Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Würzburg
Direktor: Prof. Dr. C. J. Gauß.

Über Schlucktätigkeit und physiologische Atembewegungen des Fetus im Uterus

Inaugural-Dissertation

zur

ERLANGUNG DER MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

einer

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

der

JULIUS - MAXIMILIANS - UNIVERSITÄT WÜRZBURG

vorgelegt von

Karl Habicht
aus Bad Salzungen.

1939

Druck von Gebrüder Memminger Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Berichterstatter:
Prof. Dr. C. J. Gauß.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549803_0146

Als ein sinnfälliges und wohl schon seit langem bekanntes Zeichen des fetalen Lebens im Uterus sind die Kindsbewegungen anzusehen. Bereits gegen Ende des 4. Monats ist es möglich, mit dem Stethoskop oder durch Palpation das Anschlagen der Extremitäten des Kindes an die mütterlichen Bauchdecken wahrzunehmen, und nur kurze Zeit später verspüren viele Schwangere selbst deutlich die ersten Bewegungen von seiten des Kindes. In den Lehrbüchern der Geburtshilfe werden diese Kindsbewegungen im allgemeinen nur kurz beschrieben, sie werden hauptsächlich in bezug auf ihre diagnostische, nicht aber in bezug auf ihre physiologische Bedeutung erwähnt.

Ein weiterer objektiver Beweis für das Leben der Frucht ist die Feststellung der fetalen Herztätigkeit. Ph. L e g o u s t beschreibt schon 1650 in einer Ode „Humani foetus historia" das Vorhandensein kindlicher Herztöne und vergleicht ihren Rhythmus mit dem Klappern einer Mühle. Doch mufs im Laufe der Zeit die Kenntnis dieses Phänomens wieder verlorengegangen sein. Die erste einwandfreie Beobachtung fand dann durch den Pariser Arzt L e j u m e a u d e K e r g a r a d e c statt, der seine Untersuchungen 1822 mitteilte unter Erwähnung der Tatsache, dafs vor ihm im Jahre 1818 der Genfer Wundarzt F. J. M a y o r gleichfalls die kindlichen Herztöne gehört hatte, ohne indessen ihre klinische Bedeutung erkannt zu haben. Es dauerte dann allerdings noch mehrere Jahrzehnte bis die Auskultation der kindlichen Herztöne in der geburtshilflichen Diagnostik allgemein geübt wurde.

Die Tatsache ihrer Existenz und ihr diagnostischer Wert erscheinen uns heute so selbstverständlich, dafs man sich wundern mufs, dafs sie den alten Geburtshelfern nicht bekannt waren. Heute wird das Vorhandensein der kindlichen Herztöne allgemein anerkannt.

Anders ist es mit zwei weiteren physiologischen Funktionen des Fetus: Schluckbewegungen und intrauterine Atembewegungen. Da diese Fragen in der Literatur von Zeit zu Zeit in den Vordergrund traten und diskutiert wurden, von den einzelnen Autoren und geburtshilflichen Lehrbüchern so verschieden beurteilt, teils zustimmend, teils entschieden ablehnend, so habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, das Schrifttum und die an der Würzburger Universitäts-Frauenklinik gemachten Beobachtungen mitzuteilen.

Schon Albrecht von Haller (1708—1777) war es bekannt, daß die Mund- und Rachenhöhle des Fetus Amnionflüssigkeit enthält und daß man im Darminhalt Haare findet, die nur mit dem Fruchtwasser dorthin gelangt sein konnten.

Béclard (1813) glaubte, daß diese Seidenhaare von dem Haarkleid stammten, welches der Fetus etwa seit dem 5. Monat trägt und das erst in den letzten Wochen vor der Geburt nahezu vollständig abgestoßen wird. Er konnte weiterhin bei trächtigen Hunden, Katzen und Kaninchen nach vorsichtiger Eröffnung des Uterus durch die unverletzten Eihäute und das Schafwasser hindurch die Feten ihren Mund öffnen und schließen sehen.

Paul Scheel schreibt in seiner Dissertation 1799 (Commentatio de liquoris amnii . . . .): „Es ist gar keinem Zweifel mehr unterworfen, daß die den Fetus umgebende Flüssigkeit in seinen Mund gelange und niedergeschluckt werde, da Haller aus eigenen und fremden Beobachtungen und Versuchen erwiesen hat: Der Mund des Fetus stehe offen; es finde sich Fruchtwasser im Munde, im Rachen, in der Kehle, im Magen eines Thieres; auch hätte man endlich Haare, und Darmkoth, den der Fetus ziemlich häufig in das Fruchtwasser ausleerte, in seinem Magen und Därmen entdeckt."

Was die physiologische Bedeutung dieses Vorganges betrifft, so schreibt Scheel folgendes: „Bei der Aufnahme des Fruchtwassers übt sich das Kind im Saugen und Schlucken. So denkt Darwin und nicht ohne Wahrscheinlichkeit; denn jeder weiß, wie ich glaube, daß Kinder bald nach der Geburt saugen können, und, wenn sie manche Tage nicht an die Brust gelegt, sondern durch andere Nahrung aufgefüttert werden, diese Kunst einigermaasen verlernen."

„Doch trägt das Fruchtwasser etwas zur Nahrung und Erhaltung des Fetus bei. Denn die Natur verrichtet gewöhnlich eine Sache von größerer Wichtigkeit nicht bloß auf einem Wege, damit, wenn dieser durch irgend ein Hindernis abgeschnitten ist, die thierische Ökonomie keinen unwiederbringlichen Schaden leide."

„Denn ich sage nicht: seine Ernährung hänge ganz von dieser in sich geschluckten Flüssigkeit ab, sondern sie werde nur dadurch im gesunden Zustande unterstützt. Hingegen im kranken Zustande, wie bei jenen mit verschlossenem Munde geborenen Mißgeburten konnte diese Nebennahrung ohne großen Nachteil für das Kind fehlen, wenn nur die zwei übrigen Nahrungswege durch den Nabelstrang nemlich und die Haut noch offen blieben."

„Ich würde vielmehr glauben, das Fruchtwasser bringe dem Magen und den Därmen auch diesen Vortheil, daß sich während

seiner Verdauung diese Eingeweide in diesem Geschäfte üben und an ihre Bestimmung gewöhnen sollen."

Die Anschauungen, die Scheel vor nunmehr 140 Jahren entwickelte, zeugen von einem ausgesprochen biologischen Denken, und heute sind wir im Grunde genommen in dieser Frage noch nicht viel weiter gekommen. Die Folgerungen, die Scheel aus den Versuchen Hallers zieht, der Wert des Fruchtwassers als Nahrungsmittel für die Frucht, seine teleologische Bedeutung für die Einübung des Verdauungsvorganges sind in Arbeiten späterer Autoren mit den verschiedensten Einwänden oft abgelehnt worden, und erst heute wieder, mit Hilfe moderner Untersuchungsmethoden, erscheinen uns diese Verhältnisse einigermaßen geklärt.

Reubold ist der Ansicht, daß die Schluckbewegungen des Fetus weniger eine spontane als vielmehr eine reflektorische Aktion darstellen, die jedesmal ausgelöst wird, wenn zufällig Fruchtwasser in die Mund- und Rachenhöhle gelangt. Er glaubt für diese Anschauung die Versuche von Zuntz heranziehen zu können. Zuntz fing bei einem trächtigen Hasenkaninchen nach Eröffnung des Uterus den Fetus in einer physiologischen Salzlösung auf und sah ihn Schluckbewegungen ausführen, die isoliert und von anderen motorischen Aktionen unabhängig auftraten.

Reubold meint, daß der Schluckreflex durch rein mechanisches Eindringen des Fruchtwassers in den geöffneten Mund ausgelöst würde, also bei Gelegenheit von Bewegungen der Gesichtsmuskulatur oder von Respirationsanstrengungen oder endlich von Saugen. Letzteren Anlaß hält er unter normalen Verhältnissen vielleicht für den häufigsten.

Daß die Saugbewegungen beim Fetus sehr frühzeitig, schon Monate vor dem Zeitpunkt der reifen Geburt, einsetzen können, ist sicher. Es wäre auch äußerst unwahrscheinlich, wenn ein so komplizierter und fein abgestimmter Mechanismus, wie ihn der Saug- und Schluckakt darstellen und von dessen Funktionieren nach Aufhören der plazentaren Ernährung die Nahrungszufuhr des Neugeborenen abhängt, erst im Momente der Geburt in Tätigkeit treten könnte.

Es ist oft beobachtet worden, daß bei der Einführung eines Fingers in den Mund des Kindes bei Gelegenheit einer Wendung oder bei Gesichtslage das Kind am Finger zu saugen beginnt. Das tut selbst mancher Anencephalus, der des Großhirns und oft auch des Kleinhirns vollkommen entbehrt und dessen Medulla oblongata in seltenen Fällen noch nicht zum Verschluß gekommen ist. Daß ebenso das enthirnte Tier und auch die noch sehr unentwickelten Embryonen der Beuteltiere saugen, beweist, daß diese

motorische Koordination sehr tief und frühzeitig dem Organismus eingepflanzt und angeerbt ist. Ahlfeld hatte Gelegenheit ein Kind zu beobachten, welches mit einem geröteten und geschwollenen Daumen geboren wurde und sofort nach der Geburt daran zu saugen begann, sodaß er es für sehr wahrscheinlich hält, daß schon intrauterin ein Saugen am Finger stattgefunden haben mußte. Ahlfeld teilt weiterhin eine Beobachtung mit über periodisch wiederkehrende, nahezu rhythmisch auftretende kurze Stöße, die er auf den Bauchdecken einer Schwangeren fühlen konnte. Er zählte 113 Erhebungen in 8 Minuten, sodaß im Durchschnitt etwa alle 4 Sekunden ein Stoß erfolgte. Daß diese Bewegungen durch die kindlichen Extremitäten hervorgerufen wurden, ließ sich sicher ausschließen, und Ahlfeld war geneigt anzunehmen, daß es sich hier um den Effekt von fetalen Schluckbewegungen handeln müsse. Später allerdings deutete er sie als intrauterinen Singultus des Fetus.

Ausgehend von der Voraussetzung, daß die Nasenhöhle infolge ihrer starren knorpeligen Wände eine tatsächliche Höhle bildet, während die Mundhöhle durch ihre schlaffen Wände und die sie ausfüllende Zunge gar keine wirkliche, sondern nur eine virtuelle Höhle darstellt, nimmt Bylicki an, daß das Verschlucken des Fruchtwassers intrauterin auf dem Wege durch die Nase erfolgt.

Einen augenfälligen Beweis für das Trinken des Fruchtwassers durch den Fetus liefert die Untersuchung des Kindspechs. Bei sehr jungen Früchten schon enthält der obere Dünndarm eine hellgelbe breiige Masse, die mit der fortschreitenden Entwicklung des Colon durch Peristaltik in die tieferen Teile des Verdauungstraktus gelangt und hier eine dunkelgefärbte, schwarzgrüne Masse von salbenartiger Konsistenz darstellt. Früher nahm man deshalb zwei verschiedene Arten von Mekonium an. Obwohl in den letzten Monaten der Schwangerschaft die Ampulle des Rektums ziemlich stark mit Mekonium gefüllt zu sein pflegt, erfolgt normalerweise keine Defäkation, und nur zur Zeit der Gefahr, bei Sauerstoffmangel oder beim Absterben der Frucht tritt durch Reizung des vegetativen Nervensystems vermehrte Peristaltik und Erschlaffung des Sphincter ani ein. Auch Epileptiker im Krampfanfall, Erhängte oder Erstickende lassen infolge der dem Tode vorangehenden Kohlensäureintoxikation Kot und Urin unter sich.

Bei der Untersuchung des Mekoniums fanden Ahlfeld, Förster und Zweifel ausnahmslos das Vorkommen von Wollhaaren und zwar in relativ großen Mengen. Wenn man bedenkt, wie spärlich die Lanugohaare im Fruchtwasser suspendiert sind und

wie konzentriert sie im Mekonium vorhanden sind, so bleibt nur die eine Erklärung übrig, daß der Fetus im Laufe der Zeit sein Fruchtwasser zu wiederholten Malen austrinkt und die Darmschleimhaut die Flüssigkeit in erheblichem Maße resorbiert, sodaß sich die unverdaulichen Haare immer mehr anreichern.

Im Mekonium findet man des weiteren die Reste der Galleabsonderung: Bilirubin, Gallensäuren, Cholesterinkristalle und die charakteristischen Mekonkörper; das sind rundliche, von abgeschilferten Darmepithelien herstammende Schollen, die durch Wasserentziehung geschrumpft und mit Gallefarbstoffen imprägniert sind. Auch die Elemente der Vernix caseosa, in der Amnionflüssigkeit relativ spärlich vorhanden, kommen im Mekonium in reichen Mengen vor. Es sind dies Talgklümpchen und große kernlose Plattenepithelzellen der Epidermis.

Nach F ö r s t e r und B e s s a u fehlt das Mekonium im Darm des Kindes nur dann, wenn der Darmkanal an einer Stelle eine kongenitale Atresie aufweist und dadurch kein Fruchtwasser aufgenommen werden kann. B é c l a r d fand in einem ähnlichen Fall unterhalb der Verschlußstelle nur einen „süßlichen farbelosen Schleim".

Die Untersuchungen des Mekoniums liefern also mit Sicherheit den indirekten Beweis dafür, daß der Fetus ziemliche Mengen von Fruchtwasser in sich aufnimmt.

In welchem Maße das Fruchtwasser zur Ernährung des Fetus mit herangezogen wird, ist noch ungeklärt. M e k u s berichtet über ein stark untergewichtiges Neugeborenes, das infolge einer Atresie des Oesophagus nicht schlucken konnte und nach 8 Tagen ad exitum kam. Er schreibt: „Es stellt dieser Fall ein Experiment dar, was meiner Meinung nach gewiß gern schon einmal gemacht wäre: Unterbindung des Oesophagus beim lebenden Fötus. Was wird daraus? Der Fötus kann sein Fruchtwasser nicht verzehren; er bleibt in seiner Ernährung unter dem Mittel zurück, und was das wichtigste ist, das Fruchtwasser vermehrt sich zu einer ganz exzessiven Menge von mehreren Litern. Es liegt darin, wie mir scheint, eine glänzende Bestätigung der Richtigkeit der Theorie von den Schluckbewegungen des Fötus."

Dagegen glaubt O p i t z unter Hinweis auf einen ähnlichen Fall von angeborenem Verschluß der Speiseröhre bei sonst gut entwickelter Frucht den Beweis zu erbringen, daß das Fruchtwasser für die Ernährung von keinerlei Wichtigkeit sei. Man dürfe dem Fruchtwasser nur den Charakter eines „Auswurfskörpers" zuerkennen.

Die Anschauung, daß das Fruchtwasser in seinem überwiegenden Anteil ein Exkretionsprodukt der fetalen Nieren ist und somit nichts anderes als fetalen Harn darstellt, hält viele davon ab, dem Fruchtwasser irgendeine Bedeutung für die Ernährung des Fetus beizumessen. Die Theorie, nach welcher die Amnionflüssigkeit mit dem Urin des Fetus identisch ist, wurde schon 1671 von Portal aufgestellt.

Fehling weist darauf hin, daß die Menge des Harnstoffs in der Amnionflüssigkeit während der ersten Monate der Gravidität mit dem Harnstoffgehalt der mütterlichen Gewebsflüssigkeiten übereinstimmt, während die etwas größere Harnstoffmenge im Fruchtwasser gegen Ende der Schwangerschaft durch eine ein- oder mehrmalige Urinsekretion des Fetus zur Genüge erklärt wird.

Auch Kreidl und Mandl konnten im Tierversuch durch Injektion von Farbstoff nachweisen, daß unter normalen Verhältnissen nur eine geringe Inanspruchnahme der fetalen Nierentätigkeit besteht.

In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß bei den Beuteltieren (Marsupialier), welche die niedrigste Unterklasse der Säuger bilden, die unreif geborenen Embryonen in dem Beutel, der für sie gewissermaßen einen zweiten Uterus darstellt, weder Urin noch Kot abscheiden. Diese Tatsache spricht ebenfalls gegen die Annahme einer erheblichen Urinsekretion der Frucht.

Cohnstein und Zuntz nehmen mit Sicherheit an, daß die fetale Niere fähig ist, Harn abzusondern. Unter normalen Verhältnissen gelangen die harnfähigen Substanzen auf dem Wege über die Plazenta zur Mutter zurück. Wenn aber infolge von pathologischen Störungen, welche oft während der Schwangerschaft und im Beginn der Geburt auftreten, die mütterliche Nierentätigkeit gehemmt ist und ein Übertritt von harnfähigen Stoffen in den Kreislauf des Fetus statthat, so soll dadurch die fetale Nierentätigkeit eine Anregung erfahren und vikariierend stärkere Harnsekretion hervorgerufen werden. Daß dies geschehen kann, ist jedenfalls als eine für den Fetus zweckmäßige Regulation anzusehen, denn wenn seine Niere von einem gewissen Entwicklungsstadium an nicht in der Lage wäre, bei Störung des fetalen Kreislaufs oder bei Insuffizienz der mütterlichen Niere die Ausscheidung schädlicher Stoffe gelegentlich zu übernehmen, so könnte dadurch sein Leben gefährdet werden.

Wolff konnte experimentell nachweisen, daß nach der beidseitigen Nephrektomie beim Muttertier eine reichliche vikariierende Sekretion der fetalen Nieren einsetzt, die zu Hydramnion führt. Die fetalen Nieren stellen also eine Art Sicherheitsventil dar, das in

Tätigkeit tritt, wenn die Abgabe harnfähiger Substanzen durch die Mutter verhindert ist.

Daß jedoch das Fruchtwasser im wesentlichen nicht den Nieren des Fetus entstammt, konnte Zuntz experimentell beweisen. Er injizierte trächtigen Kaninchen indigschwefelsaures Natron in die Vena jugularis und konnte einwandfrei zeigen, daß diese Substanz direkt aus dem mütterlichen Blut in den Liquor amnii überging, ohne vorher erst den Körper des Fetus passiert zu haben. Damit ist die Abstammung wenigstens eines Teils der Flüssigkeit aus dem mütterlichen Blut bewiesen.

Auf Grund chemischer und anatomischer Arbeiten vertreten Gusserow und Dührssen den Standpunkt, daß die Diurese vor der Geburt zum mindesten eine, wenn nicht die ergiebigste Quelle des Fruchtwassers ist. Sie brachten Benzoesäure in den Kreislauf der Mutter und fanden später im Fruchtwasser Hippursäure (Benzoylglykokoll). Den Ort der Synthese der Hippursäure verlegten sie in die Nieren des Fetus. Doch wiesen Ahlfeld und Törngren später nach, daß die Paarung der Benzoesäure mit Glykokoll schon in der Niere der Mutter statthat, und heute kennen wir auch eine extrarenale Genese der Hippursäure, sodaß diese Versuche also keine Beweiskraft mehr besitzen.

Über die Herkunft des Fruchtwassers stellte Döderlein Untersuchungen an Rinderfeten an, bei denen durch die Persistenz der Allantoisblase einfachere Verhältnisse vorliegen als beim Menschen. Er kommt zu dem Schluß, daß das Amnionwasser vermöge seiner Zusammensetzung als ein Transsudat aus dem Blute aufzufassen ist. Die eiweißhaltige Allantoisflüssigkeit ist fetaler Urin, der, schon sehr frühzeitig kontinuierlich abgesondert, in den einzelnen Entwicklungsperioden eine verschiedenartige Zusammensetzung aufweist. Olshausen und Veit sind geneigt, das Ergebnis dieser Untersuchungen auf den Menschen zu übertragen und die Schwierigkeit der Deutung bei diesen dadurch zu erklären, daß hier das Amnionwasser mit dem Allantoiswasser gemischt wird.

Zangemeister und Meißl führten vergleichende kryoskopische Bestimmungen von Fruchtwasser und Blut aus. In Anbetracht des Gesetzes von der annähernden Gleichheit des osmotischen Druckes der Körperflüssigkeiten desselben Individuums mußte die große Differenz zwischen der molekularen Konzentration von Blut und Fruchtwasser auffallen. Da der fetale Harn eine sehr geringe molekulare Konzentration besitzt, lag es nahe anzunehmen, daß der Harn nichts anderes als ein Verdünnungsmittel für das Fruchtwasser darstellt. Der Fetus soll mindestens

während der letzten 4 Monate der Schwangerschaft regelmäßig größere Mengen Urin in das Fruchtwasser abgeben.

Auch Strafsmann glaubt, daß das Fruchtwasser größtenteils von den kindlichen Nieren herrührt, also Harn darstellt. Daß dieser vom Fetus verschluckt wird, dürfte nicht fremdartig erscheinen, denn diese Flüssigkeit ist nichts anderes als Wasser mit geringem Gehalt an Eiweiß, Salzen und kleinen Mengen harnfähigen Substanzen, die normalerweise fast vollständig auf dem Wege des plazentaren Stoffaustausches eliminiert werden.

Die geringen Mengen von Harnstoff im Fruchtwasser sprechen nach Ahlfeld für eine zufällige Beimischung des Harns gegen Ende der Schwangerschaft, besonders bei gefährdeten Kindern. Gegen eine normalerweise häufiger stattfindende intrauterine Harnentleerung führt er die Sirenenmißbildungen an, die trotz Aplasie beider Nieren ihre normale Reife erlangen können. Derartige Fälle sind in der Literatur beschrieben worden von Rißmann, Scheibe und Zaufal.

Ahlfeld teilt eine Beobachtung mit, wo er nach dem vorzeitigen Blasensprung 31 Tage hindurch bei wehenlosem Uterus Fruchtwasser auffing und bei der Analyse nur Spuren von Harnstoff fand. Erst Zirkulationsstörungen, veranlaßt durch Wehen oder Nabelschnurkompression, sollen durch die Reizwirkung auf die medullären Zentren die Frucht zu Harnentleerungen veranlassen.

Was den Nährwert des Fruchtwassers anbetrifft, so glauben Opitz, Reubold und Schröder, daß er für die Frucht von keinerlei Bedeutung sei. Nach Zuntz ist die Flüssigkeit wegen ihrer chemischen Zusammensetzung eher als ein Exkretionsprodukt als ein Nahrungsmittel gekennzeichnet.

Scheel und Förster halten das Fruchtwasser für eine akzessorische Nahrungsquelle, die, wie Mißbildungen mit kongenitaler Atresie im Verdauungstraktus beweisen, allerdings ohne Schaden für die Frucht fehlen kann.

Ahlfeld glaubt an die Bedeutung des Fruchtwassers als ein Nebennahrungsmittel, da bewiesen ist, daß der Fetus reichliche Mengen schluckt, daß die Darmschleimhaut fähig ist, die löslichen Bestandteile zu resorbieren und daß das Fruchtwasser nährende Substanzen enthält.

Preyer meint, daß zwar der Eiweißgehalt des Fruchtwassers ein relativ geringer sei, doch könne die absolute Menge des aufgenommenen Albumins bei der Quantität der geschluckten Flüssigkeit eine erhebliche werden.

Döderlein kommt bei seinen Untersuchungen am Rinderfetus zu dem Schluß, daß das Fruchtwasser für den Fetus nur eine

Wasserquelle darstellt und wegen des geringen Eiweißgehaltes keine Bedeutung für die Ernährung hat. Demgegenüber glaubt Ahlfeld, daß außer dem Wasser auch in gewissem Umfang Salze und Eiweiß dem Fetus zugeführt werden. Er fand bei der Kochprobe im Fruchtwasser Niederschläge von Eiweiß bis zu 50 Volumprozent, dies würde nahezu 1% Eiweiß entsprechen. Daß allerdings die Hauptquelle für die Zufuhr von Nährstoffen beim Fetus die Vena umbilicalis ist, betont Ahlfeld ausdrücklich.

In den Lehrbüchern und Handbüchern der Geburtshilfe wird die Tatsache des Fruchtwasserschluckens durch den Fetus im allgemeinen anerkannt, wenn auch über die quantitativen Verhältnisse, über den Anteil der fetalen Nierensekretion an der Fruchtwasserbildung, über den Wert als Nahrungsmittel keine einheitlichen Ansichten bestehen.

P. Müller schreibt über die Bedeutung des Fruchtwassers folgendes: „Nachdem man es zuerst als ein Nahrungsmittel des Fötus angesehen hatte, ohne sich um seine Herkunft viel zu kümmern, hielt man das Fruchtwasser dann eigentlich nur zur Befeuchtung des Genitalkanals dienend; bald kamen die Beobachtungen von amniotischen Verwachsungen, d. h. Verlöthungen der Oberfläche des Fötus mit der Innenfläche des Amnion und so bildete sich die Vorstellung, daß es wesentlich dazu diene, die Beweglichkeit der Frucht im Ei zu ermöglichen. In neuester Zeit ist man zum Teil zu der ursprünglichen Annahme zurückgekehrt und es scheint allerdings nicht unmöglich, daß es auch dem Aufbau des kindlichen Organismus dienen kann."

„Sicher ist nachgewiesen, daß der Fötus das Fruchtwasser schluckt. Wie weit der das Fruchtwasser schluckende Fötus dasselbe zum Aufbau seiner Gewebe benutzt, wie weit er durch diese Quelle Material erhält, um die Diffusionsverhältnisse zwischen seinen und den mütterlichen Gefäßen in einen günstigen Zustand zu bringen, ist vorläufig noch zweifelhaft."

Nach Zangemeister besitzt das Fruchtwasser eine große Bedeutung für den Stoffwechsel des Kindes. Durch die umfangreichen Oxydationsvorgänge und Spaltungsprozesse im fetalen Organismus müßte es trotz bester osmotischer Funktion der Plazentascheidewand bald zu einer Ansammlung von Abbaustoffen und zu einer Hypertonie der fetalen Säfte kommen, die nur durch das Trinken von Fruchtwasser kompensiert werden kann, denn das Fruchtwasser besitzt infolge des Hineinfließens von salzarmen hypotonischen Urin eine geringere molekulare Konzentration als das kindliche Blut. Der fetalen Niere fiele also die wichtige Aufgabe zu, das für die Lebensvorgänge äußerst notwendige Ver-

dünnungswasser zu liefern. Daß hierbei die Exkrete des Fetus noch einmal den Organismus durchlaufen, entspricht vollkommen dem sparsamen Haushalt desselben, welcher sich auch in dem wiederholten Kreisen des schon mit Kohlensäure überladenen Blutes ausdrückt (Olshausen-Veit). Die Aufnahme der Flüssigkeit soll in der ersten Zeit durch die zarte Haut, die beim Fetus wie alle Epithelwände und Grenzmembranen eine außergewöhnlich hohe Permeabilität besitzt, später durch Verschlucken bewerkstelligt werden.

Nach Sarwey (Handbuch von Döderlein) stellt die Amnionflüssigkeit ein Wasserreservoir für den Fetus dar. Das Fruchtwasser hält er im wesentlichen für das Produkt der spezifischen Tätigkeit des fetalen Amnionepithels, welches die in letzter Linie selbstverständlich aus den mütterlichen Gefäßen stammende Flüssigkeit in Fruchtwasser umsetzt. Er gibt die Möglichkeit zu, daß die fetalen Harnorgane einen gewissen Beitrag dazu durch akzidentelle Beimengung im Sinne eines Sicherheitsventils gegen Überladung mit giftigen harnfähigen Substanzen liefern mögen.

Auch Bumm und Runge glauben, daß der Fetus in den letzten Monaten der Schwangerschaft Urin absondert. Nach Fritsch ist das Vorkommen von Hydramnion bei Lebererkrankungen des Fetus ein weiterer Beweis für seinen Anteil an der Fruchtwasserbildung. Die Bedeutung des verschluckten Fruchtwassers als Nahrungsmittel schätzen Bumm, Fritsch und Zangemeister im Gegensatz zu Ahlfeld als sehr gering ein. v. Mikulicz-Radecki schreibt im Stöckel'schen Lehrbuch: „Schließlich dient das Fruchtwasser dem Fetus gewissermaßen als „Brunnen", aus dem er sein großes Wasserbedürfnis deckt."

In der Frage der Resorption von Nahrungsstoffen aus dem Fruchtwasser und über den Wasserhaushalt des Fetus geben neuere Arbeiten Aufschluß. Von verschiedenen Seiten her und mit den verschiedensten Methoden wurden diese Verhältnisse weiter geklärt.

Polano, Stickel und Konstantinowitsch fanden bei histologischen Untersuchungen in den oberen Abschnitten des Dünndarms Bilder, welche durchaus an die Fettresorption im Darm des Erwachsenen erinnerten. Dagegen fehlten diese Befunde im unteren Ileum und im Colon, wenn auch selten ganz vereinzelte Zellgruppen mit spärlichen Fettröpfchen hier vorkamen. Ähnlich wie im Dünndarm ließen sich in der Epidermis und im Nabelschnurepithel feinste Fettkörnchen nachweisen, die mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Fruchtwasser aufgenommen waren.

Polano glaubt daher, daß trotz des geringen Gehaltes an Eiweiß, Fett und anderen Nährstoffen das Fruchtwasser vor allem in den ersten Monaten der Gravidität als Nahrungsquelle für die Frucht eine größere Bedeutung besitzt als man bisher annahm. Neben dem Darmkanal spielt vielleicht die Haut des Fetus in dieser Periode als Resorptionsorgan eine Rolle. Die eigentümliche Erscheinung der abnorm hohen Permeabilität der fetalen Epithelwände und Grenzmembranen, die für den Stoffaustausch eine erhebliche physiologische Bedeutung besitzen, reicht noch bis in die Neugeborenenperiode hinein. Kristalloide und kolloidale Stoffe durchwandern in ganz anderer Weise die Epithelien als im späteren Leben, und manche Besonderheiten der kolostralen Ernährung können sich nur auswirken unter der Voraussetzung einer hohen Durchlässigkeit des Darmepithels beim Neugeborenen. Die physiologische Albuminurie und Lactosurie des Neugeborenen sind ähnlich Zeichen einer erhöhten Durchlässigkeit der Nieren bzw. des Darmepithels (Bessau).

Parat und Delaville sahen, daß in fixierten Präparaten des Darmes bei 3 bis 8 Monate alten menschlichen Feten die Endabschnitte des Ileum eine ausgesprochene Absorption aufweisen, während die höher liegenden Teile fast vollkommen in Ruhe sind. Sie wiesen nach dem Verfahren von Mac Callum im Mekonium und im Darmepithel Phosphor nach. Der Dickdarm enthält erst vom 5. Monat ab Mekonium, da dieser Teil des Verdauungstraktus anfangs sehr schwach entwickelt ist. Im 8. Monat dagegen ist das Verhältnis des Dickdarmvolumens zum Dünndarmvolumen schon dasselbe wie im extrauterinen Leben. Diese entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen stehen in gutem Einklang mit der histologisch feststellbaren Erscheinung der Absorption, denn bis zum 8. Monat wird aus dem Mekonium Phosphor von der Schleimhaut des Ileum resorbiert.

Eine weitere Stütze für die Annahme einer, wenn auch geringen, Verdauungstätigkeit beim Fetus ist der Nachweis der Fermente im Magendarmkanal. Der Magen sondert im 3. bis 4. Monat in kleinen Mengen Pepsin und Labferment ab, etwas später lassen sich auch Salzsäure und die Magenlipase nachweisen. Die proteolytischen und fettspaltenden Fermente des Pankreas sind schon frühzeitig vorhanden, in gleicher Weise funktioniert der inkretorische Anteil der Bauchspeicheldrüse beim Fetus bereits in erstaunlichem Grade. Experimentell wurde festgestellt, daß nach Exstirpation des Pankreas beim trächtigen Tier der Inselapparat des Fetus imstande ist, die Funktionsleistung für den mütterlichen Organismus mit zu übernehmen. Auch beim Menschen kann in

den letzten Monaten der Gravidität durch vikariierendes Eintreten des kindlichen Pankreas ein Diabetes der Mutter gebessert werden (v. N o o r d e n). Die Leber des Fetus produziert ziemlich reichlich Galle, deren Reste den Hauptteil des Kindspechs ausmachen.

An Produkten der Verdauungstätigkeit finden sich im Mekonium Fettsäuren, die nur aus den verschluckten Talgklümpchen der Vernix caseosa herrühren können. Zerfallsprodukte der Eiweißverdauung werden allerdings nach D i e t r i c h regelmäßig vermißt. Dies mag einmal daran liegen, daß sie nur in ganz minimalen Mengen vorkommen, die chemisch schwer zu fassen sind, andererseit ist es bekannt, daß das Neugeborene das Eiweiß des Kolostrum oft nicht bis zu den Aminosäuren abbaut, sondern größere Komplexe von Peptiden und Polypeptiden zu resorbieren vermag. Wie schon dargelegt wurde, liegen beim Neugeborenen und erst recht natürlich beim Fetus andere Permeabilitäts- und Resorptionsverhältnisse vor als beim Erwachsenen, die Epithelien sind wie alle embryonalen pluripotenten Zellverbände noch nicht in so hohem Maße spezialisiert und differenziert, sodaß also das Fehlen von Aminosäuren im fetalen Darm durchaus nicht gegen das Vorhandensein einer Eiweißverdauung und Resorption sprechen muß.

Daß der Darm des Fetus Stoffe aus dem verschluckten Fruchtwasser resorbiert, konnte W i s l o c k i durch Farbstoffversuche feststellen. Er injizierte bei Meerschweinchen eine Berlinerblaulösung in den Eisack. Nach Verlauf von einigen Stunden konnte er an den sezierten Embryonen den Farbstoff im Magen- und Darmepithel und auch in den Nieren nachweisen.

Zur Klärung der Frage, ob die Aufnahme von Fruchtwasser ein regelmäßiger physiologischer Vorgang ist, zu welchem Zeitpunkt der Entwicklung und in welchen Mengen sie erfolgt, injizierte V r b i t s c h bei Kaninchen- und Hühnchenembryonen in verschiedenen Entwicklungsstadien eine Aufschwemmung von Lycopodiumsamen in Serum in den Fruchtsack und untersuchte nach verschiedenen Zeitabständen den Darmtraktus der Embryonen. Die Experimente ergaben ausnahmslos ein positives Resultat. Je älter der Embryo, desto früher und reichlicher konnten nach der Injektion Lycopodiumsamen im Darm nachgewiesen werden.

Über Schluckbewegungen des Fetus liegen aus der neueren Zeit einige direkte Beobachtungen vor. D y r o f f gelang es, bei einer Gravida mens. V, bei der eine Unterbrechung der Schwangerschaft vorgenommen werden sollte, nach vaginalem Einführen eines Zystoskops das im Uterus befindliche Kind zu beobachten.

Er sah den Fetus Bewegungen mit dem Mund ausführen, die er als Schluckbewegungen deutete.

Minkowski teilt Beobachtungen mit über frühzeitige Bewegungen, Reflexe und muskuläre Reaktionen bei menschlichen Feten, die, durch Kaiserschnitt in Lokalanästhesie gewonnen, in physiologischen Salzlösungen aufgehoben wurden. Er beobachtete bei einem Fetus von 20 cm Länge und bei einigen anderen das wiederholte Öffnen und Schließen des Mundes, welches gleichzeitig von Armbewegungen begleitet war. Die Dauer der Aktionen war nur kurz, doch gelang es, noch einige Zeit nach ihrem Aufhören diese Bewegungen durch äußere Reize in Form von verschiedenen Reflexen von neuem auszulösen. Bei einem Fetus von 13,5 cm Länge beobachtete Minkowski nach Berührung der Hand nicht nur eine Flexion beider Arme, sondern auch mehrmalige Öffnung und Schließung des Mundes mit gleichzeitiger Retraktion des Kopfes.

Minkowski glaubt, daß jeder Hautabschnitt als reflexogene Zone für sehr variable Reaktionen dienen kann, welche die Neigung haben, sich mehr oder weniger über den ganzen fetalen Organismus auszubreiten. Im späteren Leben werden diese Reflexe dann etwas konstanter und weniger allgemein, indem sie sich auf die gereizte Extremität beschränken.

Auch durch die mechanische Irritation der Hirnnerven an der Basis der Medulla oblongata gelang es bei einem 5 monatigen Fetus Öffnen und Schließen des Mundes hervorzurufen.

Einen großen Schritt weiter in der Frage der Schlucktätigkeit des Fetus brachten uns die Untersuchungen über das Hydramnion und über den Wasserhaushalt des Fetus. Das Fruchtwasser wird heute in der Hauptsache als das Produkt der sezernierenden Amnionepithelien angesehen (Bondi, Polano). Schmidt hält den plazentaren gefäßreichen Anteil des Amnions für den wesentlichen Faktor, zumal die oberflächliche Kernstellung dieser Epithelien eine ausgesprochene sekretorische Zelltätigkeit zum Ausdruck bringt. Außerdem kann nach Runge von der Nabelschnurvene Flüssigkeit durch die Whartonsche Sulze und die Amnionscheide zum Fruchtwasser abgegeben oder rückresorbiert werden. Die gelegentlich vorkommende Urinentleerung des Fetus in das Fruchtwasser spielt nach unserer heutigen Auffassung eine ganz untergeordnete Rolle.

Wenn nun die normale Wasserbewegung irgendwie gestört ist, kann es zu einer abnorm reichlichen Ansammlung von Fruchtwasser kommen. Einerseits werden als Ursache einer vermehrten Produktion angenommen die erhöhte Sekretionsleistung des

Amnionepithels, Zirkulationsstörungen im Plazentarkreislauf, dann fetale Hemmungsmißbildungen mit mangelhaftem Verschluß von Kanälen und Körperhöhlen wie Anencephalus, Spina bifida, Blasenektopie, Wolfsrachen usw., andererseits sind fetale Mißbildungen mit kongenitaler Verlegung des Darmkanals fast immer mit Hydramnion vergesellschaftet, da hier durch die Behinderung des Fruchtwasserschluckens ein wichtiger Regulationsmechanismus wegfällt. Im Schrifttum sind eine ganze Anzahl derartiger Fälle beschrieben worden, von Hinselmann, Dyroff, Lau, Schmidt u. a. Es werden als Ursache des Hydramnions infolge Nichtschluckenkönnens Mißbildungen angeführt mit Atresie des Oesophagus, Mundteratom, Wolfsrachen, großer komprimierender Struma, Aplasie des Duodenums und Pylorusverschluß. Lau berichtet über einige Anenzephalen mit Hydramnion, bei denen durch die mangelhafte Entwicklung der Zentralganglien der Schluckreflex nicht funktionierte, und deren Mekonium daher auch keine Fruchtwasserbestandteile aufwies.

Bei eineiigen Zwillingen wird nicht selten Hydramnion des einen Kindes beobachtet, das dann regelmäßig körperlich besser entwickelt ist als der zweite Zwilling. Diese Tatsache erklärt sich aus der Asymmetrie und ungleichmäßigen Entwicklung des von Schatz näher erforschten „dritten Kreislaufs" zwischen den beiden Zwillingsplazenten.

De Snoo konnte in mehreren Fällen beobachten, daß bei eineiigen, diamniotischen Zwillingen in den letzten Monaten der Gravidität das bestehende Hydramnion starke Schwankungen zeigte oder spontan heilte. Er erklärte dies damit, daß mit der fortschreitenden Entwicklung und Reduktion von Zotten und Gefäßen die Gefäßkommunikationen zwischen den Plazenten sich ändern und ein neues Gleichgewicht zwischen beiden Zirkulationssystemen sich einstellt. Dadurch erfolgt eine Normalisierung der Fruchtwasserbildung, und da das Amnionepithel kein Wasser resorbiert oder nur sehr langsam, wie bei toter Frucht, bleibt nur die Annahme, daß das Kind das überschüssige Fruchtwasser getrunken hat und nach der Resorption im Darm auf dem Weg über die Plazenta an die Mutter abgegeben hat.

Diese Beobachtungen veranlaßten De Snoo zu dem Versuch, durch Süßung des Fruchtwassers bei Hydramnion das Kind zum Mehrtrinken zu veranlassen und dadurch die Fruchtwassermenge zu vermindern. Bei einer Schwangeren im 8. Monat, bei der wegen engen Beckens der Kaiserschnitt ausgeführt werden sollte, injizierte er nach Aspiration von 80 ccm Fruchtwasser eine Saccharinlösung in gleicher Menge durch die mütterlichen Bauch-

decken in die Amnionhöhle. Die Verminderung des Bauchumfanges und des Bogens vom Processus xiphoideus zur Symphyse innerhalb von 2 Tagen um einige Zentimeter und die Besserung der orthopnoischen Beschwerden waren ein Maß für den starken Rückgang des Hydramnions. Die Frucht mußte große Mengen des süßen Fruchtwassers getrunken haben. Das durch Sektio gewonnene Kind ließ erst einige Stunden nach der Geburt Urin, in dem ebenso wie im Nabelschnurblut Saccharin nachgewiesen wurde. Das stärkere Trinken hatte also die Diurese des Kindes nicht vermehrt. Da auch im Urin der Mutter der Süßstoff gefunden wurde und das Saccharin die Eihäute nicht zu passieren vermag, blieb nur die Folgerung, daß das Fruchtwasser mit dem Saccharin aus dem fetalen Kreislauf durch die Plazenta an die Mutter abgegeben worden war.

In einem zweiten Fall nahm das Hydramnion trotz der Sacharininjektion immer weiter zu, und auch im Urin der Mutter konnte kein Süßstoff nachgewiesen werden. Das Kind starb 5 Tage nach der Geburt an einer Oesophagusatresie. Damit war auch die Ursache des Hydramnion geklärt.

Bei weiteren Versuchen spritzte De Snoo gleichzeitig mit der Saccharinlösung Methylenblau in die Amnionhöhle. Der Farbstoff wird im kindlichen Darm resorbiert und gelangt über die Plazenta in den Kreislauf der Mutter, aus dem er bald durch die Nieren ausgeschieden wird. Von den Eihäuten wird das Methylenblau nicht aufgenommen. Durch die Kontrolle der Blauausscheidung bei der Mutter fand De Snoo, daß das Kind nicht regelmäßig sondern in großen Zwischenräumen trinkt, und zwar zeigte sich eine gewisse Übereinstimmung zwischen dem Auftreten von Kindsbewegungen und vermehrter Farbstoffausscheidung der Mutter.

Durch exakte Bestimmung des Färbeindex des Fruchtwassers konnte De Snoo in einem Fall nachweisen, daß bei eineiigen Zwillingen das Hydramnionkind im Laufe eines Tages mindestens einen Liter Fruchtwasser getrunken haben mußte und daß diese Mengen nicht wieder von den Nieren des Fetus ausgeschieden wurden, da sich im Blaseninhalt nur Spuren von Farbstoff fanden.

Die röntgenologische Bestätigung der Versuchsresultate von De Snoo erbrachte Ehrhardt. Ihm war es gelungen, im Tierexperiment durch intravenöse Injektion von Thorotrast die Plazenta im Röntgenbilde sichtbar zu machen. Diese Methode könnte eine erhebliche Bedeutung für die Diagnostik z. B. bei Placenta praevia erlangen, doch ist das Thoriumpräparat für den Menschen nicht ungefährlich, und ein anderes geeignetes intravenös injizierbares

Kontrastmittel gibt es heute noch nicht. Ehrhardt ging nun weiterhin so vor, daß er bei einer Gravida mens. VI, bei der aus eugenischen Gründen die Sterilisation und Interruptio vorgenommen werden sollte, 15 Stunden vor der Operation durch die Bauchdecken hindurch 8 ccm kolloidales Thorium in den Amnionsack injizierte. Die Röntgenaufnahmen des durch Sektio gewonnenen Kindes ergaben nun einwandfrei, daß sich nahezu die gesamte Menge des Kontrastmittels im Magendarmkanal des Fetus angereichert hatte. Damit war der direkte Beweis erbracht, daß der größte Teil des Fruchtwassers in dieser Zeit den fetalen Organismus passiert hatte, der Fetus also große Mengen von Fruchtwasser getrunken haben mußte. Ehrhardt hofft, vielleicht auf diesem Wege einmal die menschliche Plazenta darstellen zu können, allerdings müßte dazu ein Kontrastmittel verwendet werden, das durch den Darmkanal in die Blutbahn des Fetus übertreten kann.

Er hält es auch für möglich, daß mit seiner Methode die Frage der fetalen Nierensekretion und Abscheidung des Urins ins Fruchtwasser geklärt werden kann. Weiterhin weist er auf die Möglichkeit hin, die Frucht durch Injektion von Vitaminen und Hormonen in das Fruchtwasser therapeutisch zu beeinflussen.

Angeregt durch die Arbeiten von Ehrhardt wurden in der Universitäts-Frauenklinik Würzburg durch W. Reifferscheid und Schmiemann ähnliche Untersuchungen ausgeführt. Mit der gleichen Versuchsanordnung, wie sie Ehrhardt angewandt hatte, konnten dessen Resultate bestätigt werden, und darüber hinaus wurde noch eine weitere interessante röntgenographische Beobachtung gemacht.

Es handelte sich in zwei Fällen um Schwangere im 4.—5. Monat, bei denen eine Unterbrechung der Gravidität und Tubensterilisation vorgenommen werden sollte. Mehrere Stunden vor der Sektio parva wurde die Amnionhöhle durch die Bauchdecken hindurch punktiert und ein Röntgenkontrastmittel (Präparate von kolloidalem Thorium) in die Eihöhle injiziert. Es wurden nun in verschiedenen Abständen vor und nach der Operation Röntgenaufnahmen der Frucht angefertigt.

Die Punktion der Eihöhle, die nach Hinselmann von Scarpa und Camper schon im 18. Jahrhundert zu therapeutischen Zwecken empfohlen worden war, ist von Schatz wieder eingeführt worden. Schatz glaubt, daß die planmäßige abdominale Punktion des Uterus die einzige Möglichkeit darstellt, die

Menge des Fruchtwassers so zu regulieren, daß dieses nicht durch zu starke Ausdehnung des Uterus die Schwangere zu sehr belästigt und eine Frühgeburt herbeiführt.

Henkel empfiehlt die Punktion des Hydramnion namentlich bei Schwangeren mit engen Becken und lebensfähigem Kind. Er verwendete dazu eine Lumbalpunktionsnadel, die unter Berücksichtigung der Lagebeziehung von Blase und der Vasa epigastrica etwa in der Parasternallinie handbreit über der Symphyse eingestoßen wurde, dabei ließ er etwa ¾ L Fruchtwasser ablaufen.

Seitz ist allerdings der Meinung, daß die Punktion des schwangeren Uterus durch die Bauchdecken hindurch als nutzlos und nicht ungefährlich zurückzuweisen sei.

Hinselmann schreibt: „Es scheint, als ob die Punktion des hydramniotischen Uterus bisher zu sehr vernachlässigt worden ist." „Gegenüber der Blasensprengung hat die Punktion den Vorteil, daß die Geburt meist nicht dadurch in Gang kommt und daß man den Abfluß dosieren kann." „Die Punktion kann bei erneuter Zunahme des Hydramnion, die fast nie ausbleiben wird, wiederholt werden in der Hoffnung, so die Frühgeburt aufzuhalten und dabei der Mutter ihr Los erträglich zu machen." „Die Gefahr besteht darin, daß man die Plazenta trifft. Ob dies ernstliche Folgen haben wird, läßt sich ohne weiteres nicht sagen, Beobachtungen liegen nicht darüber vor. Es scheint vielmehr nach den bisherigen Fällen tatsächlich die Punktion gefahrlos zu sein. Die Därme sind durch den Uterus vollkommen verdrängt, so daß eine Punktion in der Mitte des Uterus sie nicht treffen kann."

Schwarcz empfiehlt sogar, bei schwankenden kindlichen Herztönen Herzmittel durch die Bauch- und Uteruswand hindurch in das Gesäß des Kindes zu injizieren.

Im folgenden werde ich die Versuchsergebnisse von W. Reifferscheid und Schmiemann kurz beschreiben:

Fall R. M.:

Bei der 31 jährigen R. M., IV. para, die im 4.—5. Monat gravide ist, soll die Schwangerschaftsunterbrechung und Tubensterilisation ausgeführt werden wegen Verschlechterung eines schon lange bestehenden epileptischen Leidens; daneben liegt bei ihr noch eine kompensierte Mitralstenose und Insuffizienz vor. Der Fundus uteri steht zwei Querfinger unterhalb des Nabels. 19 Stunden vor der Operation wird die Amnionhöhle durch die Bauchdecken hindurch punktiert, und nach Aspiration von 8 ccm Fruchtwasser wird dieselbe Menge Thorotrast eingespritzt. Die

Injektion wird mit einer gewöhnlichen Kanüle in der Mittellinie zwischen Nabel und Symphyse ausgeführt, während des Eingriffes ist die Patientin im Evipanrausch.

19 Stunden nach der Einspritzung des Kontrastmittels wird die Sektio parva und Tubensterilisation nach Gauß durchgeführt (Evipan-Narcylennarkose). Der Uterus ist kindskopfgroß und wird in der Mittellinie mehr nach dem Fundus zu eingeschnitten. Die manuelle Lösung des Eies gelingt vollständig ohne Zerstörung des Eihautsackes. Die Frucht wird mit den intakten Eihüllen in warmer physiologischer Kochsalzlösung aufgehoben. Der Fetus lebt und zeigt kurze Zeit geringe Bewegungen.

Röntgenaufnahmen:

1. Vor der Injektion des Kontrastmittels.
   Die Aufnahmen lassen die Skelettschatten eines Fetus erkennen, der etwa 4—5 Monate alt ist. Er befindet sich in linker Steißlage.
2. Nach der Injektion von Thorotrast.
   Die Aufnahme in Bauchlage der Schwangeren zeigt diffuse Kontrastschattenbildung. Das Skelett des Kindes ist nur sehr undeutlich noch zu erkennen.
3. 3 Stunden nach der Injektion.
   Die Aufnahme zeigt im wesentlichen unveränderte Verhältnisse, jedoch im Bereich des kindlichen Bauches zwei etwa linsengroße, besonders dichte Schattenflecken.
4. 16 Stunden nach der Injektion.
   Die Aufnahme in Sitzeinstellung der Patientin zeigt einen großen diffusen Kontrastschatten, daneben auffällig dichte, etwa wurstförmig angeordnete Kontrastflecken.
5. Aufnahme des intakten Eies nach der Operation.
   Es sind deutlich die kindlichen Skelettschatten zu sehen. In der Hals-, Brust- und Bauchgegend des Kindes sind streifen- und schlangenförmig angeordnete Kontrastschatten erkennbar.
6. Auf einer Aufnahme des aus dem Fruchtsack befreiten Fetus und der Plazenta finden sich die erwähnten Kontrastschatten in Rachen, Hals, Magen und Darm des Kindes. Es fällt auf, daß im Bereich der beiden Lungenfelder feinste, deutlich abgegrenzte Schattenflecke verteilt sind.
7. Auf ausgeblendeten Aufnahmen des kindlichen Rumpfes im a. p. Strahlengang sind wiederum deutlich die Kontrastschatten im Abdomen und Hals erkennbar. Die Schatten im Bereich des Thorax sind sehr kleinfleckig, aber deutlich zu erkennen.

Fall Sch. J.:

Bei der Sch. J., 34 Jahre alt, III. para, besteht eine Gravidität im 4.—5. Monat. Der Uterus steht 3 Querfinger unterhalb des Nabels. Die Schwangerschaftsunterbrechung und Sterilisation sollen durchgeführt werden wegen einer tuberkulösen Iridocyclitis, da bei der Schwere der Augenerkrankung jede Schwächung des Gesamtorganismus durch die Gravidität eine große Gefahr für den Rest des verbliebenen Sehvermögens bedeutet.

17 Stunden vor der Operation werden in der gleichen Weise wie im ersten Falle 10 ccm Thorotrast nach Entnahme von 10 ccm Fruchtwasser in den Fruchtsack injiziert. Der Eingriff geschieht im Evipanrausch.

Die Sektio parva wird in Evipan-Narcylennarkose ausgeführt. Nach Eröffnung des Uterus und der Fruchthöhle wird der in Schädellage befindliche Fetus mit der stumpfen Abortzange am Fuß extrahiert und die Plazenta manuell ausgeräumt. Der postoperative Verlauf ist komplikationslos bis auf eine leichte Fiebersteigerung am 11. und 12. Tag.

Röntgenaufnahmen:

1. Nach der Injektion von kolloidalen Thorium wird eine Aufnahme in Rückenlage der Schwangeren angefertigt. Der Fetus ist nicht mit Sicherheit zu erkennen. Das Kontrastmittel ist in einem kleinhandtellergroßen Fleck und mehreren kleinen streifenförmigen Flecken angeordnet.
2. Die Aufnahme des extrahierten Fetus und der Plazenta zeigt einen Teil des Kontrastmittels im Rachen und gesamten Magendarmtraktus des Fetus und einen Teil auf die Plazenta aufgeschmiert.
3. Eine ausgeblendete Aufnahme im a. p. Strahlengang läßt deutlich erkennen, daß Magen und Darm mit Kontrastmittel angefüllt sind. Ganz feine fleckenförmige Kontrastschatten befinden sich in beiden Lungenfeldern.
4. Aufnahmen des isolierten Situs in zwei Ebenen zeigen auch wieder die feinen Kontrastschatten im Bereich der Lungen neben den deutlichen Schattenflecken im Verdauungstraktus.

Die Röntgenaufnahmen der zwei Feten zeigen einwandfrei, daß ein großer Teil des Kontrastmittels sich in ihrem Verdauungskanal befindet. Die beiden Feten müssen also intrauterin eine ziemlich reichliche Fruchtwassermenge getrunken haben, und nach

der Resorption der Flüssigkeit blieb das nicht resorbierbare Kontrastmittel im Magen und Darm zurück.

Man wußte zwar schon seit langem, daß die im Mekonium vorhandenen Lanugohärchen, Epidermiszellen und Talgklümpchen nur dadurch in den Darm des Fetus gelangen konnten, daß dieser das Fruchtwasser schluckt, doch über die quantitativen Verhältnisse hatte man noch keine genaueren Vorstellungen. Erst die Versuche von De Snoo und Ehrhardt zeigten, daß der Fetus in 24 Stunden einen ziemlichen Teil seines Fruchtwassers trinkt. Daß die Frucht schon in relativ frühen Entwicklungsperioden nicht geringe Mengen Fruchtwasser in sich aufnimmt, beweisen die beiden Feten, die erst 4—5 Monate alt sind.

Durch die Injektion von Kontrastmitteln in die Amnionhöhle ist, worauf schon Ehrhardt hingewiesen hat, eine Möglichkeit gegeben, in Zweifelsfällen nachzuweisen, ob die Frucht im Uterus lebt oder abgestorben ist. Für das Leben der Frucht würde der Befund von dichten Schattenflecken im Bereich des kindlichen Bauches sprechen. Bei abgestorbener Frucht müßten ebenso wie bei Mißbildungen, die z. B. durch Oesophagus- oder Pylorusverschluß kein Fruchtwasser trinken können, diese Kontrastschatten im Röntgenbilde fehlen. Während man früher annahm, daß die Amnionflüssigkeit lediglich die Aufgabe hat, den Fetus vor äußeren mechanischen Einwirkungen zu schützen, ihm den nötigen Raum für ein ungehemmtes Wachstum und für die erforderliche Bewegungsfreiheit zu schaffen und weiterhin die gefährlichen Verwachsungen zwischen dem Amnion und der Oberfläche des Embryo zu verhüten, dürfen wir heute annehmen, daß das Fruchtwasser darüber hinaus dem Fetus als Wasserquelle dient und eine wichtige teleologische Bedeutung für die Einübung des Schluckaktes und der Verdauungsfunktion besitzt.

Der Schluckreflex, von dessen Funktionieren nach der Geburt die Ernährung des Kindes abhängt, ist ein so komplizierter Mechanismus, der sicher nicht erst im Moment der Geburt in Tätigkeit tritt, sondern schon viel früher vorhanden ist. Wenn man bedenkt, wieviele verschiedene Nerven, welche die zahlreichen Schluckmuskeln versorgen, am Zustandekommen des Schluckaktes beteiligt sind (N. V, IX, X, XI und XII), und wieviel auf deren zeitlich und örtlich richtige Koordination, welche von dem in der Medulla oblongata gelegenen Schluckzentrum gesteuert wird, ankommt, so wird man zu der Überzeugung gelangen, daß dieser komplizierte Reflex im Laufe der Entwicklung der Frucht erst allmählich geübt und gebahnt werden muß.

Die Tatsache, daß schon sehr frühzeitig größere Wassermengen aufgenommen werden, klärt weiter die Frage der Wasserbewegung beim Fetus. Der hohe Wasserbedarf ist ein Attribut des Wachstums; dabei spielt die geringe Wassermenge, die mit dem physiologischen Gewebswachstum angesetzt wird, keine Rolle. Das wesentliche ist, daß die Wachstumsvorgänge eine dauernde Wassererneuerung voraussetzen, und für die Verdünnung der fetalen Körpersäfte ist die hypotonische Amnionflüssigkeit besonders geeignet.

Die konstante Fruchtwassermenge wird garantiert durch ein Gleichgewicht zwischen dem vom Fetus getrunkenen Quantum und der vom Amnionepithel sezernierten Flüssigkeitsmenge. Der Anteil der Urinsekretion des Fetus an der Fruchtwasserbildung wird heute als nebensächlich angesehen, wenn auch in den letzten Schwangerschaftsmonaten die fetale Niere sezerniert und wahrscheinlich auch kleine Mengen von Urin dem Fruchtwasser beigemengt werden, was in neuester Zeit durch Guthmann am Harnstoffgehalt des Fruchtwassers exakt nachgewiesen worden ist.

Wenn auch der quantitative Gehalt des Fruchtwassers an Nährstoffen relativ gering erscheint, so hat es wahrscheinlich für die Frucht eine größere Bedeutung als akzessorische Nahrungsquelle, als man bisher annehmen konnte. Bei den großen Mengen der verschluckten Amnionflüssigkeit summieren sich diese Stoffe (Eiweiß, Fett, Zucker, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Milchsäure, Harnsäure, Salze), so daß sie wohl, wenn auch nur in geringem Maße, mit zur Ernährung des Fetus herangezogen werden können. Vom 4. Monat ab finden sich alle wichtigen Fermente im Magen und Darm, die Leber sondert Galle ab, so daß es also wahrscheinlich ist, daß eine Verdauung und Resorption der im Fruchtwasser gelösten Stoffe erfolgt, zumal das Darmepithel noch bis in die Neugeborenenperiode hinein ebenso wie alle anderen Epithelien eine erhöhte Permeabilität besitzt.

Eine weitere physiologische Funktion des Fetus, deren Vorhandensein lange Zeit von den maßgebenden Autoren bestritten wurde, sind die intrauterinen Atembewegungen. Diese sind nicht zu verwechseln mit der asphyktischen Krampfatmung, die ein absterbender Fetus ausführt, wenn durch irgendwelche pathologische Ursachen die Venosität seines Blutes in hohem Grade ansteigt und durch die starke Kohlensäureüberladung das Atemzentrum in der Medulla oblongata eine vorzeitige ausgiebige Atmung in Gang setzt. Es handelt sich hier vielmehr um einen physiologischen Vor-

gang, bei dem der Fetus die mechanischen Atemexkursionen des Thorax nur in einem solchen Maße ausführt, daß eine vorzeitige stärkere Entfaltung der noch funktionslosen Lungen wahrscheinlich nicht statthat.

Schon vor etwa 150 Jahren einmal stand die Frage der intrauterinen physiologischen Atembewegungen des Fetus zur Diskussion, und in der Folgezeit wurden die verschiedensten Theorien und widersprechendsten Ansichten darüber geäußert. Der Wert der Untersuchungen liegt zwar weniger auf praktischem Gebiet, doch sind diese Fragen für die Biologie des Fetus von großem Interesse.

Winslow berichtet im Jahre 1787 über „Öffnung von trächtigen noch lebenden Thieren, von Hunden und Katzen, deren Fetus, wenn man sie nach aufgeschnittenem Uterus in dessen Hole, und bei unverletztem Nabelstrang noch in dem Fruchtwasser in ihrer Lage beobachtete, Fruchtwasser einzuatmen schienen (Liquorem amnii respirare videntur).

Denn man unterscheidet ganz augenscheinlich

aa) eine Erweiterung und Zusammenziehung der Nasenlöcher,

bb) die Bewegungen der Brust, d. i. das Aufsteigen und Niedersinken der Rippen.

cc) Die Bewegungen des Unterleibes, d. i. die Ausdehnung und Zusammenziehung der Bauchmuskeln.

Diese angeführten Verrichtungen aa) bb) cc) wechseln, wie beim natürlichen Athmen, mit einander ab und treffen immer zusammen, doch nicht in so gleicher und regelmäßiger Ordnung, wie bei dem natürlichen Athmen geborener Thiere; nach zwei, drei oder vier Ein- und Ausathmungen des Fruchtwassers, folgt gewöhnlich eine Pause im Athmen; ist diese vorbei, so fängt das Athmen wieder an."

Über die physiologische Bedeutung dieser Beobachtungen Winslows schreibt Scheel im Jahre 1799: „Beim Athmen wirken so viele Muskeln, daß es mit Recht unter die sehr zusammengesetzten Actionen des Körpers gezählet wird. Bekanntlich aber müssen die Muskeln, um mit einiger Stärke und Leichtigkeit zu wirken, in Übung bleiben, damit sie nicht durch die Ruhe gleichsam gelähmt werden; deshalb sorgte auch hier die Natur für das neugeborene Kind, und wollte seine Respirationsmuskeln, von deren Tätigkeit nach der Geburt Wohlseyn und Leben abhängen, schon im Uterus üben, das Fruchtwasser anzuziehen und auszustoßen, damit sie dem außer der Mutter lebenden Thiere einmal ihre Dienste nicht versagen könnten. Daß auf ähnliche Art das Fruchtwasser die Verdauungskraft des Magens in Übung erhalte,

und dem Fetus Gelegenheit verschafft, seine Glieder zu bewegen, habe ich im Anhange gezeigt."

Béclard erwähnt 1813 verschiedene Autoren: Riegel, Heroldt, Abilgard und Viborg, die ähnliche Beobachtungen wie Winslow bei ihren Tierversuchen machen konnten. Béclard selbst führte Versuche an trächtigen Hunden, Katzen und Kaninchen aus. Er schreibt: „Öffnet man vorsichtig die schwangere Gebärmutter eines Säugetierweibchens, so sieht man durch die Eihäute und das Schafwasser sehr deutlich, daß der Fötus die mechanischen Athmungsbewegungen, nur langsamer als nach der Geburt, vollzieht. Jede Einathmung wird durch das Öffnen des Mundes, die Vergrößerung der Nasenlöcher, das Heben der Wände der Brusthöhle bezeichnet. Diese Bewegungen werden in dem Maße schneller und stärker, als durch die Zusammenziehung der Gebärmutter der Kreislauf zwischen Mutter und Fötus unvollkommener wird."

Unter Hinweis auf die Tierversuche Winslows und Béclards und gestützt auf eigene Beobachtungen vertritt Preyer die Anschauung, daß das Vorkommen von intrauterinen Atembewegungen mit Aspiration des Fruchtwassers auch beim menschlichen Fetus wahrscheinlich ziemlich häufig ist. Er ließ bei Meerschweinchen und Kaninchen den graviden Uterus in körperwarme Salzlösung prolabieren. Gegen Ende der Tragzeit ist die Uteruswand dieser Tiere so durchsichtig, daß man bei hellem Licht die Bewegungen der Feten deutlich wahrnehmen kann. Preyer betont allerdings, daß es trotz aller Vorsicht oft schwierig ist, während des vivisektorischen Eingriffes die Intaktheit des Plazentarkreislaufs zu erhalten. Er beobachtete bei ungestörter Verbindung der Feten mit der Plazenta einzelne ganz deutliche Atembewegungen, und die Tiere zeigten, wenn er sie nach längerem Zuwarten aus den Eihäuten befreite, an der Luft die normale Respiration und Reflexerregbarkeit Neugeborener ohne irgendwelche Zeichen von Asphyxie.

Eine besondere Bedeutung legt Preyer den Versuchen bei, wo er allein durch Stechen des Fetus, z. B. mit einer Pravazspritze, durch die mütterliche Bauchwand hindurch, intrauterine Atembewegungen ohne spätere nachteilige Folgen auszulösen vermochte. Er konnte, wenn der Uterus gleich nach dem Einstich freigelegt wurde, Verengerung und Erweiterung der Nasenlöcher und andere inspiratorische Bewegungen der Feten wahrnehmen.

Preyer berichtet über einen weiteren Versuch, bei dem er den Fetus im Uterus nicht ganz seltene Atembewegungen ausführen sah, indem der Fetus die Nasenflügel bewegte, den Brust-

raum etwas ausdehnte und die Bauchwand vorwölbte. Während dieser ganzen Zeit zirkulierte in der prall gefüllten Nabelvene intensiv hellrotes Blut, so daß also eine reichliche Sauerstoffzufuhr zur Frucht gewährleistet war. Nach der Kompression der Nabelschnur begann dann das Tier sofort energisch und häufiger zu atmen und blieb am Leben.

Beim Hühnchen gelang es, ohne Störung der Allantoisatmung, nach teilweisem Abbrechen der Kalkschale und Ablösen der Schalenhaut am stumpfen Pol über der Luftkammer durch Stöße oder Nadelstiche jedesmal eine einzelne inspiratorische Bewegung hervorzurufen, darauf trat wieder die frühere Apnoë ein. Preyer schließt nun aus seinen Versuchen, daß das Zustandekommen der vorzeitigen und rechtzeitigen Atembewegungen des Fetus an das Vorhandensein der Reflexerregbarkeit gebunden ist.

P. Müller schreibt, indem er auf die Beobachtungen von Preyer am trächtigen Tier hinweist: „Ich möchte mit Preyer schließen, daß die Bewegungen viel früher auftreten, als man bisher gewöhnlich annahm und möchte aus der Kompliziertheit der Athembewegungsversuche schließen, daß die wirklichen Bewegungen als einzelne Muskelbewegungen noch viel früher auftreten, ja daß es vielleicht hier ebenso ist, wie beim Herzen: Mit der Ausbildung der Muskulatur tritt die Funktion d. h. Bewegung ein."

„Der Einfluß der Zentralorgane des Nervensystems ist keinesfalls notwendig zu ihrer Entstehung und interessant ist es jedenfalls, daß die infolge von Hirn- und Medullardefekten athmungsunfähigen Mißgeburten zu Bewegungen im Stande waren, die intrauterin perzipiert und nach der Geburt beobachtet wurden."

Engström, der auf dem Standpunkt der fetalen Apnoë steht, konnte die Beobachtungen Preyers bestätigen. Es gelang ihm, durch äußere Reize vereinzelte Atembewegungen hervorzurufen, doch zweifelte er daran, daß bei den Versuchen noch eine vollkommen ungestörte Plazentarzirkulation bestanden hatte.

Reubold sah bei einem Hasenkaninchen den in einer physiologischen Salzlösung aufgefangenen Fetus keine spontane Inspirationsbewegungen ausführen, während das Blut der Nabelvene scharlachrot war.

Dagegen konnten Cohnstein und Zuntz in derselben Versuchsanordnung wie Preyer bei hellrotem Nabelvenenblut Atembewegungen beobachten, die spontan oder auch auf geringfügige Hautreize hin auftraten. Sie halten es allerdings für unmöglich, daß bei der Eröffnung des Meerschweinchenuterus die ungestörte Plazentaratmung erhalten werden kann, und vertreten mit

Runge die Ansicht, daß die hellrote Farbe des Blutes in der Nabelvene nicht als ein Kriterium der intakten Plazentarzirkulation angesehen werden könne, so daß also die beobachteten Inspirationsbewegungen durch eine leichte Asphyxie des Fetus hervorgerufen worden seien. Runge betont ausdrücklich, daß die Tierversuche nicht einfach sind und daß es schwer ist, einwandfreie Versuchsbedingungen herzustellen und reine Ergebnisse zu erhalten.

Cohnstein und Zuntz glauben, daß in dem Augenblick, in welchem sich der Fetus anschickt intrauterin Atembewegungen zu machen, ein wichtiger Reflexmechanismus in Wirksamkeit tritt, indem durch das Eindringen des Liquor amnii in die Nasenöffnung durch Reizung der Schleimhaut sofort eine reflektorische Hemmung erfolgt. Durch diesen sog. Tauchreflex lassen sich nach Cohnstein und Zuntz auch die Sektionsbefunde bei intrauterin abgestorbenen menschlichen Früchten ohne Aspiration von Fruchtwasser erklären.

Zuntz konnte ferner nachweisen, daß die normale Blutbeschaffenheit des Fetus derart ist, daß ein geborenes Tier durch sie zu dyspnoischer Atmung angeregt würde. Das Blut, welches zu den medullären Zentren gelangt, ist ebenso wie in den anderen Gefäßbezirken nicht rein arteriell, sondern ein Mischblut mit relativ hohem Kohlensäuregehalt. Auf der anderen Seite ist natürlich der Sauerstoffbedarf des Fetus geringer, da er, in einem Medium von fast gleichem spezifischen Gewicht schwimmend, in jeder Lage sich in Ruhelage befindet und damit die zur Fixation des Körpers nötige Muskelspannung wegfällt und auch jede motorische Funktion mit einem Minimum an Energie erfolgt.

Daß im Tierversuch während des operativen Eingriffes natürlich niemals völlig physiologische Bedingungen gewahrt werden können, ist selbstverständlich. Schon die Eröffnung der Bauchhöhle stellt ganz andere Druck- und Spannungsverhältnisse in der Gebärmutter her, die normale Zirkulation wird gestört, die Abkühlung und die Manipulationen am Uterus bedeuten einen weiteren starken Reiz.

Im Gegensatz dazu wurden die Beobachtungen und Aufzeichnungen, die Ahlfeld und Weber am Menschen machen konnten, unter idealen physiologischen Verhältnissen durchgeführt. Sie besitzen daher eine stärkere Beweiskraft als die ziemlich differierenden Ergebnisse des Tierversuchs. Ahlfeld und Weber konnten bei mehreren Schwangeren schon vor der Mitte der Gravidität eigentümlich rhythmische, periodisch wiederkehrende kurze Stöße auf den mütterlichen Bauchdecken wahrnehmen, die

von der Bauchgegend des Fetus ausgingen. Die Stöße waren als Erhebungen des Abdomens deutlich sichtbar und ließen sich auch durch Palpation und Auskultation einwandfrei nachweisen, Bewegungen der kindlichen Extremitäten waren mit Sicherheit auszuschließen. Die Frequenz dieser rhythmischen Bewegungen betrug im Durchschnitt 20 in der Minute, und es konnten Reihen von 20 bis 30 Stößen hintereinander mehrmals am Tage beobachtet werden.

Über eine ähnliche Beobachtung an einer Schwangeren im 7. Monat berichtet Mermann. In Intervallen von 4 bis 10 Sekunden erfolgte ein leicht stoßender, ganz kurzer Anschlag von innen gegen die Bauchdecken, den auch die Mutter wahrnehmen konnte. Da das neugeborene Kind Singultus hatte und bei dem stoßweisen Einziehen des Leibes die palpierende Hand denselben rhythmischen Anschlag fühlte, so war Mermann geneigt anzunehmen, daß es sich bei diesen klonischen Zwerchfellkontraktionen um fetalen Singultus handeln müsse, der ja bei Neugeborenen und Säuglingen ziemlich häufig vorkommt und im späteren Leben nur durch ganz besondere Reize wie schnelle Magenfüllung, heftiges Lachen usw. sich gelegentlich wieder einstellen kann. Unter Hinweis auf einen zweiten ähnlichen Fall äußerte Mermann allerdings später Zweifel an der Richtigkeit dieser Annahme. Ahlfeld dachte zuerst daran, daß das Phänomen durch Schluckbewegungen des Fetus hervorgerufen würde, später aber faßte er diese kurzen Stöße wie Mermann als fetalen Singultus auf.

Meyer berichtet über einen gleichen Fall von intrauterinem Singultus; ebenso Ikeda, der bei einem am 8. Tage gestorbenen Neugeborenen autoptisch eine kongenitale Hernia diaphragmatica feststellen konnte und darin die Ursache der zeitweise aufgetretenen klonischen Zwerchfellkrämpfe sah. Französische Autoren (Charpentier, Tarnier, Chantreuil) teilen Beobachtungen ähnlicher Art mit, und Charpentier schreibt, daß „diese Stöße mit der Regelmäßigkeit eines Pendels hervorgebracht werden."

Nach den Beobachtungen von Rothschild findet sich der Singultus gar nicht selten in den letzten Monaten der Schwangerschaft sowie auch unter der Geburt. Er schildert einen Fall, bei dem es gelang, mit der in den Uterus eingeführten Hand den thorakalen Ursprung dieses Phänomens in einwandfreier Weise zu erkennen.

Neben den rhythmischen, kurzen Bewegungen und den unregelmäßigen Extremitätenstößen konnten Ahlfeld und Weber in den letzten Schwangerschaftsmonaten periodisch auf-

tretende, wiegende Hebungen und Senkungen der Bauchdecken beobachten, am häufigsten in der Umgebung des Nabels. Bei einiger Übung waren selbst ganz leichte Erhebungen dieser Art wahrzunehmen. Keine der Schwangeren bemerkte subjektiv diese Bewegungen.

Zur graphischen Darstellung des Vorganges benutzten sie einen kleinen Trichter, der durch einen Schlauch mit einem Mareyschen Tambour verbunden war. Jede Veränderung in der Gestalt der Bauchdecken bewegte durch den Wechsel des Luftdruckes die Tambourmembran, deren Oszillationen mit einer Feder kymographisch aufgenommen wurden.

Das Zentrum der rhythmischen Bewegungen lag in der Umgebung des Nabels, also entsprechend der Thorax- und Steißgegend der Frucht bei Schädellage. Die Frequenz der Hebungen betrug im Mittel 61 in der Minute. Sie waren bei 85% der beobachteten Frauen nachzuweisen, nicht dauernd, sondern mit längeren oder kürzeren Unterbrechungen, und traten in manchen Fällen nach einem kurzen Stoß auf den Körper der Frucht oder im Anschluß an eine manuelle Untersuchung auf. Die Atemkurve der Mutter war einwandfrei zu unterscheiden von den kleinen superponierten Wellenlinien, die bei Sistierung der mütterlichen Atmung noch deutlicher hervortraten.

Daß es nicht gelang, die Bewegungen vor der 32. Schwangerschaftswoche nachzuweisen, ist leicht verständlich, denn einerseits liegt der Fetus in den früheren Monaten der Gravidität infolge der relativ größeren Fruchtwassermenge noch nicht oder nur zu einem kleinen Teil der Uteruswand an und andererseits ist der Uterus noch verhältnismäßig klein, so daß alle Bewegungen, die der Fetus ausführt, weniger leicht auf die Bauchdecken fortgeleitet werden können.

Was die Deutung dieser graphisch registrierten Bewegungen betrifft, so kommt eine Verwechslung mit dem mütterlichen Aortenpuls nicht in Betracht, da einmal keine Synchronität besteht, und weiterhin die durch den Aortenpuls verursachten Erschütterungen sich mehr dem ganzen Uterus mitteilen würden und nicht nur einer zirkumskripten Stelle. Außerdem spricht die relativ kurze Dauer der häufig aussetzenden Bewegungen dagegen. Partielle Uteruskontraktionen kommen zur Erklärung nicht in Betracht, denn die Kontraktion eines glattmuskeligen Organes erfolgt nicht so rasch und gewöhnlich nicht an so gleichmäßig umschriebener Stelle.

Es kämen weiter in Frage intrauterine Saug- und Schluckbewegungen der Frucht. Daß das Kind intrauterin saugt, ist in

hohem Grade wahrscheinlich, aber die Saugbewegungen beim Neugeborenen, die eine Frequenz von 80—100 in der Minute haben, unterscheiden sich wesentlich von den fraglichen intrauterinen Bewegungen. Auch die Stärke und Lokalisation der beobachteten Erhebungen ist damit nicht in Einklang zu bringen. Was die Schluckbewegungen betrifft, so kommen sie sicher nicht in so rascher Folge vor.

Es blieb also per exclusionem nur die Erklärung übrig, daß es sich hier um intrauterine fetale Atembewegungen handeln müsse.

Eine weitere Stütze für diese Annahme ergab der Vergleich der registrierten Kurven mit den Atmungskurven der eben geborenen Kinder. Es stellte sich eine weitgehende Übereinstimmung heraus, sowohl in bezug auf die Frequenz der Atmung, als auch in Hinsicht auf den Atemtypus. Die während des intrauterinen Lebens aufgenommenen Kurven zeigten einen plötzlichen Übergang zwischen Hebung und Senkung, ein Charakteristikum der Atmung des Neugeborenen, während bei Atemkurven von Erwachsenen zwischen Exspirium und Inspirium eine deutliche kurze Ruhepause liegt.

Die Übertragung der Atembewegungen auf die mütterlichen Bauchdecken stellt sich nun A h l f e l d so vor, daß das in starker Flexionshaltung im Uterus liegende Kind bei der inspiratorischen Erweiterung des Thorax eine Streckung und bei der Exspirationsbewegung eine Beugung erfährt. Da das Kind der Uteruswand dicht anliegt, erfolgt leicht eine Mitbewegung der mütterlichen Bauchdecken.

A h l f e l d konnte sich überzeugen, daß fast alle Kinder nach der Geburt des Kopfes, noch ehe sie den ersten tiefen Atemzug ausführten, oberflächliche Inspirationen erkennen ließen, die nach ihrer Häufigkeit und Periodizität sehr wohl als Fortsetzung der intrauterinen Atembewegungen angesehen werden können, und die nach seiner Ansicht nichts mit einer durch Kohlensäureüberladung des Blutes ausgelösten kontinuierlichen Atmung zu tun haben. Über ähnliche Beobachtungen am Menschen und auch bei Säugetieren berichtet K e h r e r.

Die intrauterinen Atembewegungen haben wir uns nach A h l f e l d als sehr oberflächliche Erhebungen des Thorax zu denken, so daß die eingesogene Flüssigkeit normalerweise die Bifurkation der Trachea nicht überschreitet. Er führt einen Fall an, wo er im Mekonium eines Kindes, das eine angeborene totale Oesophagusstenose und Kommunikation des distalen Oesophagusabschnittes mit der Trachea aufwies, eine Menge Lanugohaare fand. Das Kind mußte also große Mengen von Fruchtwasser in die

Trachea eingeatmet haben, das dann durch die verbindende Öffnung hindurch in Magen und Darm gelangen konnte.

Kehrer ist der Ansicht, daß selbst bei starkem Druck Fruchtwasser nur bis zu den Stimmbändern vordringen kann, während Weber es für möglich hält, daß durch die oberflächlichen Atembewegungen des Fetus die Flüssigkeit in die Bronchien und sogar bis in die Lunge gelangt, aus der sie dann durch die Elastizität des Gewebes wieder herausgepreßt wird.

Ebenso wie die Berührung der Uteruswand oder des eigenen Körpers beim Fetus die Ursache einer reflektorischen, unregelmäßigen Bewegung der Glieder sein kann, so könnte vielleicht auf dieselbe Weise eine oberflächliche Tätigkeit der Atemmuskeln ausgelöst werden. Ahlfeld allerdings glaubt, daß die Respirationsbewegungen verursacht werden durch eine kurzdauernde Verminderung der Sauerstoffzufuhr, die durch periodisch wiederkehrende Schwangerschaftswehen veranlaßt werden könnte.

Angeregt durch die Arbeiten Ahlfelds führten italienische Autoren Kontrollversuche durch. In einer Abhandlung über die graphische Darstellung fetaler Bewegungen beschreibt Pestalozza wellenförmig aneinandergereihte Erhebungen, 40—80 mal in der Minute, doch nimmt er die Erklärung Ahlfelds als intrauterine Atembewegungen nicht an. Auch erscheint ihm die Atmungskurve des Neugeborenen nicht genügend konform mit der im intrauterinen Leben registrierten Kurve.

Ducci fand bei etwa 60% der Schwangeren in der zweiten Hälfte der Gravidität diese mit Sicherheit vom Fetus ausgehenden rhythmischen Bewegungen, erstens kurze, regelmäßig wiederkehrende Stöße und zweitens die schnelleren, wellenförmigen Bewegungen, die unabhängig von äußeren Einflüssen auftraten. Da er sie am trächtigen Tier nicht nachweisen konnte, glaubt er seine Beobachtungen nicht zur Unterstützung der Hypothese Ahlfelds heranziehen zu können.

Ferroni, der ebenfalls die Bewegungen graphisch aufnahm, konnte wie Ahlfeld die Kurven in zwei deutlich gesonderte Typen trennen, die auch gleichzeitig nebeneinander auftreten können; die einen sind schnappend, brüsk, von einer Pause unterbrochen, die anderen viel schneller und wellenförmig aneinanderreihend. Ferroni schreibt: „Nach der Lage des Fetus entsprechen diese Bewegungen der fetalen Thoraxgegend, und zwar sowohl seiner oberen Thoraxpartie, als der Zwerchfell- und unteren Rippenpartie, und sie müssen als physiologische Bewegungen angesehen werden wegen ihrer Häufigkeit, wegen ihres Rhythmus und wegen ihrer Zweckmäßigkeit während der Schwangerschaft

sowohl als gleich nach der Geburt. Sehr wahrscheinlich ist die erste Serie als Singultus fetalis aufzufassen, die andere als oberflächliche intrauterine Atembewegungen."

Die Lehre Ahlfelds von den physiologischen intrauterinen Atembewegungen des Fetus wurde bald von verschiedenen maßgebenden deutschen Geburtshelfern abgelehnt.

Wiener schreibt: „Das Zwerchfell braucht intrauterin nicht geübt zu sein, um gleich nach der Geburt seine Funktion ausüben zu können. Sicherlich sind die Organe, die intrauterin nicht tätig zu sein brauchen, wie z. B. das Zwerchfell, durch ererbte Eigenschaften befähigt, sofort nach der Geburt in Funktion zu treten, auch ohne daß sie vorher tätig gewesen waren. Beim Geborenen ist freilich die Ausübung der Funktion für die Erhaltung eines Organes unbedingt nötig, beim Fetus aber genügt der den Organen innewohnende Wachstumstrieb, dieselben, auch ohne Ausübung ihrer spezifischen Tätigkeiten, zur vollen Entwickelung zu bringen und für ihre extrauterine Funktionen fähig zu machen."

Ahlfeld erwiderte darauf, daß es ihm nicht verständlich sei, wie es zu einer normalen Ausbildung der Muskeln kommen soll, wenn der Muskel intrauterin untätig ist, wie sich Gelenkflächen bilden sollen, wenn die Gelenkenden nicht gegeneinander bereits intrauterin sich bewegen, und behauptet, daß das eben geborene Kind nur Bewegungen ausführt, die es intrauterin bereits geübt hat.

Runge hat zwar die von Ahlfeld beschriebenen Bewegungen am Leibe Schwangerer mehrmals beobachten können, doch wagt er sie nicht zu deuten. Die Erklärung Ahlfelds lehnt er entschieden ab. Im Tierversuch konnte er an freigelegten Schaffeten Atembewegungen während mehrerer Minuten nicht wahrnehmen, die Feten befanden sich bei intakter Plazentarzirkulation im Zustande der völligen Apnoë. Nach Kompression der Nabelschnur traten sofort tiefe dyspnoische Atemzüge auf, anfangs unregelmäßig, dann allmählich rhythmisch werdend. Runge sieht insbesondere zwei Versuche für beweisend an, in welchen es am vollkommensten gelang, die von keinerlei Atembewegungen unterbrochene Apnoë des Fetus über längere Zeitabschnitte zu erhalten.

Olshausen glaubt, daß Runge durch diese Beobachtungen am trächtigen Tiere den Beweis erbracht hat, daß es eine physiologische Atmung des Fetus in utero im Sinne Ahlfelds nicht gibt. Olshausen schreibt: „Es liegt natürlich nahe anzunehmen, und einer sorgfältigen Wiederholung der Ahlfeld'schen Versuche wird wohl auch der Nachweis gelingen, daß es sich bei

den genannten Druckschwankungen nur um eine Fortpflanzung der Aortenpulsation auf die Bauchdecken handelt. Dafür spricht schon die Frequenz der Bewegungen, welche Ahlfeld auf ca. 60 in der Minute angibt. Auf der Höhe der Exspiration fällt vielleicht jedesmal durch das Sinken des intraabdominalen Druckes eine Pulsation für das Manometer aus. Dann würde die normale Pulsfrequenz gerade erreicht werden."

Straßmann lehnt ebenfalls die Hypothese Ahlfelds ab und schließt sich der Deutung Olshausens an, daß es sich nicht um Atembewegungen des Kindes, sondern um eine Verwechslung mit den durch den Uterus fortgeleiteten Wellen des mütterlichen Aortenpulses handelt.

Fromme ist der Ansicht, daß rein theoretisch betrachtet Atembewegungen, wie sie Ahlfeld graphisch aufgezeichnet hat, in einem flüssigen Medium unmöglich sind, ohne daß das Fruchtwasser bis in die Lunge eingesogen wird. Er stimmt Runge absolut zu, der die Lehre von der intrauterinen Atmung für falsch erklärt, und fordert, „daß diese Lehre endlich verschwindet, bis tatsächlich Material an lebenden menschlichen oder tierischen Föten herbeigebracht ist, das uns die bis jetzt ganz vage Annahme dieser intrauterinen Atembewegungen ad oculos demonstriert."

Gegenüber Runges Tierversuchen weist Ahlfeld darauf hin, daß durch die Eröffnung der Bauchhöhle und des Uterus eine derartige Alteration der Beziehungen zwischen Mutter und Frucht hervorgerufen wird, daß, auch wenn eine positive Beobachtung gemacht wird, der Einwand, diese Bewegungen seien die Folge des Eingriffes oder eines beginnenden asphyktischen Zustandes, zu erwarten ist. Andererseits erscheint bei einem negativen Resultat der Einwurf berechtigt, daß man den Fetus zur Zeit einer Ruhepause angetroffen hat, da die intrauterinen Atembewegungen wahrscheinlich keine kontinuierliche, sondern eine periodische Tätigkeit darstellen.

Daß die Bewegungen nichts mit dem mütterlichen Aortenpuls zu tun haben, wie Olshausen und Straßmann annehmen, konnte Ahlfeld unter Hinweis auf diejenigen Kurven zeigen, bei denen er gleichzeitig den mütterlichen Radialispuls und die fetalen Bewegungen registrieren konnte. Es gelang Ahlfeld, nebeneinander Kurven von der Thorax- und Bauchgegend des Fetus aufzunehmen, die zeigen, wie korrespondierend eine Exspirationsbewegung des Thorax mit einer Vorwölbung und umgekehrt eine Inspirationsbewegung mit einem Einziehen des Abdomens zusammenfällt.

Veranlaßt durch die Haltung von Olshausen, Runge und Straßmann stellten sich die meisten deutschen Geburtshelfer auf einen ablehnenden Standpunkt gegenüber der Ahlfeld'schen Lehre. Nur Büttner, der die von Ahlfeld beschriebenen Bewegungen selbst mehrmals beobachten konnte, hält sie für den Ausdruck fetaler Atembewegungen.

K. Reifferscheid, der im Gegensatz zu den theoretischen Erwägungen anderer Autoren als einziger seine exakten Nachprüfungen und experimentellen Untersuchungen in einer ähnlichen Versuchsanordnung wie Ahlfeld ausführte, konnte einwandfreie Kurven aufnehmen, indem er gleichzeitig Zeit, mütterliche Atmung und Karotispuls und kindliche Bewegungen registrierte. Er stellte fest, daß die Bewegungen unzweifelhaft von der Thoraxgegend des kindlichen Körpers ausgingen und daß es sich nach ihrer Regelmäßigkeit und Häufigkeit um physiologische Bewegungen handelt. Die Form der Kurven und die auffallende Ähnlichkeit mit der Atmungskurve eines Neugeborenen sind eine weitere Stütze für die Annahme von interauterinen Atembewegungen.

K. Reifferscheid glaubt, daß ebenso wie das mütterliche auch das kindliche Atemzentrum durch Blut von der gleichen Venosität in Tätigkeit erhalten wird, und damit auch beim Fetus Atembewegungen ausgelöst werden müssen. Diese Bewegungen der Atemmuskulatur führen aber infolge des großen Reibungswiderstandes der Flüssigkeit und der engen Kanäle des fetalen Respirationstraktus nur zu einem oberflächlichen Einsaugen von Fruchtwasser, und erst durch die krampfhaften Atembewegungen eines absterbenden Kindes kommt es zur Aspiration von Fruchtwasser in die Lungen.

Gegenüber den Tierexperimenten von Runge und Zuntz schreibt K. Reifferscheid: „Wenn ich den Uterus eröffne und den Fötus freilege, so sind das gewiß keine physiologischen Verhältnisse. Es bedeutet dieser Eingriff sicherlich einen sehr erheblichen peripheren Reiz für den Fötus. Nun wissen wir, daß das Atemzentrum außerordentlich erregbar ist; wir wissen ferner, daß die Erregbarkeit leicht erregbarer Zentren durch einen starken Reiz stark herabgesetzt werden kann, so daß die Zentra nun erst auf sehr viel stärkere Reize wieder reagieren. Es läge also die Möglichkeit vor, daß der starke Reiz der Freilegung des Fötus die Erregbarkeit des Atemzentrums so herabsetzt, daß es auf die schwachen Reize vom Blute aus nicht mehr reagiert, wohl aber wieder auf den viel stärkeren Reiz, den die Kompression der Nabelschnur verursacht."

Ähnliche Kurven wie K. Reifferscheid konnte Zangemeister aufnehmen. Es gelang ihm die Bewegungen für das Auge dadurch deutlicher zu machen, indem er lange Holzstäbchen auf dem Leibe der Schwangeren aufklebte. Er wagt jedoch nicht zu entscheiden, ob es sich, was er für durchaus möglich hält, um der Atmung gleiche Bewegungen handelt oder ob etwa andere von seiten des Kindes ausgehende Bewegungsphänomene die Ursache sind.

Was nun die Lehr- und Handbücher der Geburtshilfe betrifft, so nehmen die älteren Werke fast ausschließlich eine ablehnende Haltung ein oder verschweigen die Entdeckung Ahlfelds gänzlich. Erst die neueren Autoren erwähnen, veranlaßt durch die Untersuchungen von Büttner (1907) und besonders K. Reifferscheid (1911) die Lehre von den intrauterinen Atembewegungen des Fetus.

Nach Bumm wird der Zustand der physiologischen fetalen Apnoë nur durch Atmungsbewegungen unterbrochen, wenn durch einen starken Sauerstoffmangel die Reizschwelle des Atemzentrums überschritten wird.

In den Lehrbüchern von Fritsch, Runge und Zweifel ist nichts über fetale Atemtätigkeit zu finden, während das Handbuch von v. Winckel in bezug auf die Lehre Ahlfelds eine objektiv referierende Stellung einnimmt.

Zangemeister erwähnt außer den unregelmäßigen Extremitätenbewegungen des Fetus die weniger ins Auge fallenden rhythmischen Bewegungen über dem oberen Teil des Rumpfes, welche verschiedene Ursachen haben: Schluckbewegungen, Singultus und Atembewegungen.

Schenk und Gürber, die sich von dem Vorhandensein der fraglichen Bewegungen überzeugen konnten, schreiben in ihrem Lehrbuch der Physiologie: „Schwache Spuren von Atembewegungen zeigt der Fetus allerdings auch schon in der Norm gegen Ende der Schwangerschaft."

Nach v. Jaschke-Pankow ist die Existenz der intrauterinen Atembewegungen, die ebenso wie ihre Deutung lange Zeit umstritten war, durch die neueren Nachuntersuchungen von Büttner und K. Reifferscheid als gesichert anzusehen.

Ebenso schreiben Dietrich im Handbuch von Halban-Seitz und Sarwey im Handbuch von Döderlein, daß nach vorurteilsfreier Prüfung des gesamten Beobachtungsmaterials mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit angenommen werden muß, daß man es in der Tat mit physiologischen, rhythmischen Bewegungen der fetalen Atemmuskulatur zu tun hat,

und daß man diese sehr wohl als intrauterine Atembewegungen bezeichnen kann.

Seitz (Lehrbuch von Stöckel) glaubt, daß oberflächliche Bewegungen des Brustkorbes, die aber nicht zu einer Entfaltung der Lunge führen, schon in den letzten Monaten der Schwangerschaft auftreten, offenbar, um die Atemmuskulatur für ihre spätere Tätigkeit vorzubereiten.

In der Diskussion zu einem Vortrage K. Reifferscheids über die intrauterine Atmung führte Sellheim aus: „Ich habe mich immer gewundert, daß die Ahlfeld'sche Beobachtung so mißtrauisch aufgenommen wurde. Die Physiologie verfügt über ähnliche unleugbare Vorübung von mancherlei Organen im intrauterinen Leben, ich erinnere nur an Schlucken, Darmperistaltik und Harnabsonderung."

In der neueren Zeit haben sich nun wieder verschiedene Autoren mit der Frage der intrauterinen Atembewegungen befaßt.

Ohne zunächst Kenntnis zu haben von der Lehre Ahlfelds kam Jäger auf Grund pathologisch-anatomischer Untersuchungen zu dem Postulat, daß es schon im intrauterinen Leben Verschiebungen der Rippen des fetalen Thorax im Sinne von Atembewegungen geben müsse. Bei der Sektion eines am zweiten Tage unter den Zeichen der Asphyxie verstorbenen Neugeborenen ergab sich der Befund, daß bei starker Deformierung des Thorax die Rippen mit zahlreichen miliaren bis erbsengroßen kartilaginären Exostosen übersät waren. Mehrere dieser Exostosen waren in horizontaler Richtung gegeneinander verschieblich und stellten, umgeben von einer deutlichen Kapsel, die synoviaähnliche Flüssigkeit enthielt, richtige Gelenkneubildungen dar. Diese gelenkigen Verbindungen waren offenbar durch intrauterin vor sich gehende protrahierte Verschiebungen der Rippen gegeneinander entstanden.

Jäger sieht in diesen pathologisch-anatomischen Beobachtungen eine starke Stütze für die Lehre von den fetalen Atembewegungen. Er nimmt an, daß die „Übungsgymnastik" des Fetus sich nicht nur auf die lokomotorischen Muskeln und das Zwerchfell beschränkt, sondern daß auch Kau- und Schlundmuskeln und die gesamte Atmungsmuskulatur dabei beteiligt sind. Die Ansicht Ahlfelds, daß durch die Atembewegungen das Fruchtwasser nur bis zur Bifurkation der Trachea vordringt, und die Ansicht K. Reifferscheids, daß die Bewegungen bei geschlossener Glottis vor sich gehen, sind nach Jäger als Voraussetzung des Vorganges unnötig. Embryologische und histologische Untersuchungen von Hochheim, Ungar und Prym weisen hin

auf einen flüssigen Inhalt der fetalen Trachea und des Bronchialbaumes.

Daß schon in sehr frühen Monaten das Atemzentrum und die Atemmuskulatur in Tätigkeit treten können, zeigen die Beobachtungen von Minkowski an jungen menschlichen Früchten. Bei 6 Feten von 18 bis 32 cm Länge, die durch Sektio in Lokalanästhesie gewonnen wurden und im Zusammenhang mit Plazenta und Eihüllen in ein Bad mit körperwarmer, physiologischer Salzlösung verbracht wurden, konnten sofort nach Abnabelung und teilweise auch schon kurz vorher deutliche Atembewegungen von rhythmischen Charakter festgestellt werden. Sie bestanden in tiefen Inspirationsbewegungen des Thorax mit gleichzeitiger Öffnung des Mundes und gelegentlichem Heben der Arme, darauf folgte ein Zurücksinken des Brustkorbes und Schließen des Mundes.

Ähnliche kleine Atmungsbewegungen sind neben den Extremitätenbewegungen von Bersot, Erbkam und Straßmann an 4 bis 5 monatigen menschlichen Feten gesehen worden.

A. Mayer eröffnete bei einer seit etwa 6 Wochen trächtigen Hündin den Tragsack und konnte an einer der zeitweilig herausgenommenen Früchte bei erhaltener Nabelschnurpulsation Atembewegungen feststellen. Er läßt aber die Frage offen, ob es sich dabei um physiologische Atembewegungen im Sinne Ahlfelds oder um eine durch den pathologischen Reiz ausgelöste Erscheinung handelt.

Huggett hält noch an der Anschauung der absoluten fetalen Apnoë fest und sieht als deren mögliche Ursachen an entweder eine unvollständige Entwicklung des Atemzentrums oder eine abnorm hohe Reizschwelle, ungenügenden Atmungsreiz oder Hemmung durch ein anderes Zentrum. Er extrahierte bei trächtigen Ziegen den Fetus 1 bis 2 Monate vor dem Geburtstermin und untersuchte ihn bei unverletzter Nabelschnur in einem Bad mit körperwarmer Salzlösung. Es konnte festgestellt werden, daß zur Erregung des Atemzentrums stärkere Reize als beim erwachsenen Tier nötig sind und daß der Reizerfolg langsamer und unregelmäßiger ist, wobei eine Nachentladung folgt, die dann wieder zur früheren Apnoë überleitet.

Cunningham stellte Versuche mit Katzenfeten an, um zu entscheiden, welchen Einfluß die Atembewegungen auf den Transport von Fremdkörpermaterial in den Lymphbahnen des Zwerchfells haben. Er injizierte durch die Uteruswand hindurch etwas Lampenschwarz in die Bauchhöhle der Feten. In bestimmten Zeit-

abständen wurden die Feten freigelegt, zur Verhinderung von Atembewegungen sofort dekapitiert und ihre Bauchhöhle eröffnet. Bei Früchten unter 5 cm Länge war nach 1 bis 4 Stunden kein Fremdkörpermaterial in den Lymphbahnen des Zwerchfells nachzuweisen, dagegen in geringer Menge bei Feten von 7,5 bis 9 cm Länge, die gelegentliche spasmenartige Zwerchfellkontraktionen zeigten. An Feten von über 9 cm Länge konnten deutliche Bewegungen des Zwerchfells wie bei der Respiration nachgewiesen werden, und bereits nach 30 Minuten enthielten die Lymphbahnen des Diaphragma und auch schon die vorderen Mediastinaldrüsen reichliches Fremdkörpermaterial.

Durch eine Arbeit von W a l z, der die intrauterinen Atembewegungen anerkennt, wurde nun ein ganz neues kreislaufmechanisches Moment zur Diskussion gestellt. Er analysierte die Triebkräfte, die im extrauterinen Leben nach Überwindung des Kapillargebietes ein kontinuierliches, zentralwärts gerichtetes Weiterströmen des venösen Blutes gewährleisten. In Betracht kommen einmal die vis a tergo und weiterhin Körperbewegungen aller Art. Den wichtigsten Faktor zur Aufrechterhaltung eines suffizienten venösen Kreislaufes aber sieht W a l z in einer inspiratorischen Ansaugung des Blutes durch die Volumschwankungen des Thorax während der Atembewegungen. Wer nun beim Fetus Bewegungen der Atemmuskulatur in Abrede stellt, läßt nach W a l z damit gleichzeitig die Haupttriebkraft des venösen Systems fallen, ohne etwas gleichwertiges an ihre Stelle setzen zu können. Da im extrauterinen Leben während der Inspiration außer der Luft auch das stark visköse Blut nach dem Thorax angesaugt wird, so muß durch die fetalen Atembewegungen umso leichter ein Ansaugen von Blut stattfinden, zumal die Lungen des Fetus noch atelektatisch sind und wahrscheinlich nur wenig Flüssigkeit in die Trachea und Bronchien gelangen kann.

W a l z glaubt, daß, ebenso wie beim Erwachsenen der Sauerstoffbedarf durch die zentral gesteuerte Atmung reguliert wird, beim Fetus ein Einfluß auf den Gasaustausch dadurch erreicht werden kann, daß mittels der vom Atemzentrum ausgelösten Bewegungen des Thorax die Strömungsgeschwindigkeit seines Blutes in der Plazenta verändert wird. Nach W a l z kann daher beim Fetus von intrauteriner Atmung im eigentlichen Sinne gesprochen werden, denn es liegen keine Übungsbewegungen sondern wirkliche Atmungsbewegungen vor, und im Augenblick des ersten Atemzuges vollzieht sich nur ein Ortswechsel des Gasaustausches.

D e d e c k hält die intrauterinen, physiologischen Atembewegungen für den Ausdruck einer primären, autochthonen auto-

matischen Tätigkeit des Atemzentrums und die extrauterine Atmung für das Endresultat der intrauterinen Entwicklung des ganzen Atmungsapparates.

Eine Kreislauftheorie, wie sie Walz aufstellt, lehnt Dyroff in dieser Form ab. Er glaubt, daß beim Erwachsenen durch den elastischen Lungenzug während der Inspiration lediglich eine Begünstigung der Diastole erfolgt, nicht aber eine direkt ansaugende Wirkung auf das Blut in den Venen zustande kommt. Daß die Zirkulation von dem fördernden Einfluß der Atembewegungen nicht unbedingt abhängig ist, zeigt der Versuch am kuraresierten Tier mit eröffneter Brusthöhle, dessen Kreislauf ohne gröbere Störung erhalten bleibt. Beim Fetus ist durch das Zusammenarbeiten beider Ventrikel und die sehr untergeordnete Bedeutung des Lungenkreislaufs die vis a tergo im venösen System noch recht beträchtlich. Dyroff konnte dies dadurch zeigen, daß nach isolierter Durchschneidung der Nabelschnurvene bei gutem Arterienpuls und noch nicht gelöster Plazenta das Blut aus dem plazentaren Venenstumpf ausfließt.

Daß der Fetus unter normalen physiologischen Verhältnissen Atembewegungen ausführt, hält Dyroff für noch nicht eindeutig bewiesen. Allerdings gibt er die Möglichkeit zu, daß durch irgendwelche Störungen vorübergehend eine Anhäufung von sauren Valenzen im Blute eintreten kann und dadurch das Atemzentrum in Tätigkeit gesetzt wird. Durch oberflächliche Atemexkursionen soll dann die Regulation des plazentaren Gasaustausches beeinflußt werden.

Gegen die Theorie der Kreislaufregulierung durch ein intrauterin funktionierendes Atemzentrum spricht andererseits die Tatsache, daß in seltenen Fällen das Kind ohne Fruchtwasseraspiration absterben kann, wenn durch sehr langsames Ansteigen der Wasserstoffjonenkonzentration im Blute ein Einschleichen des Reizes erfolgt und bei unterschwelligem Reizzuwachs das Atemzentrum nicht in Funktion tritt.

Schmitt, der an der Schwartz'schen Theorie der fetalen Apnoë festhält, glaubt, daß das Vorkommen der intrauterinen Atembewegungen in den früheren Schwangerschaftsmonaten noch nicht bewiesen sei. Auch würde es während der Inspirationsbewegungen durch die damit verbundene Erweiterung der Stimmritze zu einem Einströmen von Fruchtwasser in die tieferen Luftwege kommen. Das Eindringen von Flüssigkeit in den Kehlkopf müßte dann sofort zum Auftreten des Hustreflexes führen. Schmitt nimmt an, daß intrauterine Atembewegungen für die Aufrechterhaltung eines suffizienten embryonalen Kreislaufes nicht

notwendig sind, da der Herzgefäßapparat des Fetus dazu allein ausreicht. Einerseits fehlt beim Fetus die aufrechte Körperhaltung, die ein nicht geringes Hindernis für die Fortbewegung des venösen Blutes beim Erwachsenen bildet, andererseits ist das fetale Herz relativ doppelt so groß wie das des Erwachsenen, und bei der untergeordneten Bedeutung des Lungenkreislaufs summiert sich für die Erhaltung des Körperkreislaufs die Arbeit der beiden Ventrikel.

Der Blutdruck des Fetus ist niedrig, da in den ziemlich weiten arteriellen Gefäßen ein geringer Widerstand besteht.

Cohnstein und Zuntz fanden bei der Messung des Blutdruckes an vier nicht ganz ausgetragenen Feten vom Schaf in der Nabelarterie einen Druck von 39,3 bis 51,1 mm Hg und in der Nabelvene einen Druck von 16,4 bis 34,0 mm Hg. Die Druckdifferenz von 17,1 bis 22,9 mm Hg stellt nach Seitz einen zahlenmäßigen Ausdruck dar für die geringen Widerstände im Kapillarsystem.

Schmitt konnte experimentell nachweisen, daß die Plazentargefäße gegenüber Schwankungen des Blutsauerstoffs eine äußerst hohe Empfindlichkeit besitzen, so daß auf diese Weise eine Regulierung des fetalen Gasstoffwechsels durch Tonusschwankungen der Plazentargefäße erfolgen kann. Dadurch soll eine Überladung des Blutes mit Kohlensäure verhindert werden, die zur Erregung des fetalen Atemzentrums führen müßte.

In der Frage der Atembewegungen des Fetus zog Schmitt den Tierversuch heran. Er nähte bei Kaninchen gegen Ende der Tragzeit Zelluloidfenster in die Bauchdecken ein, um die Feten im Uterus beobachten zu können. Bewegungen der Atemmuskulatur konnte Schmitt nicht wahrnehmen.

Auch beim Menschen waren während des Kaiserschnittes niemals auch nur oberflächliche Atembewegungen der apnoischen Kinder festzustellen, deren Atmung erst mehrere Minuten nach der Geburt in Gang kam.

Dyroff konnte bei Kaninchen ebenfalls keine intrauterinen Atemübungen der Feten beobachten. Als er Methylenblau in die Amnionhöhle einspritzte, fand er den Farbstoff kurz danach in Mund, Nase und Rachenhöhle, nicht aber in der Luftröhre der Feten, und erst im Anschluß an schwerere Zirkulationsstörungen gelangte Methylenblau durch Atembewegungen in die Lungen.

Bei einer Zwillingsschwangerschaft vom 6. Monat fing Dyroff das erste Kind unabgenabelt in körperwarmem Wasser auf. Es zeigte, während hellrotes Blut in der Nabelschnurvene strömte, keinerlei spontane Atembewegungen, und erst nach der

Geburt des zweiten Zwillings traten unter Dunkelwerden des Nabelschnurvenenblutes trotz ungelöster Plazenta anhaltende Atembewegungen auf.

Dyroff gelang es weiterhin, bei einer Schwangeren im 5. Monat vor der Ausführung der Interruptio durch vaginales Einführen eines Zystoskopes das im Uterus befindliche Kind zu beobachten. Es konnten Schluckbewegungen, ruckartige Streckungen und reflektorische Abwehrbewegungen des Fetus wahrgenommen werden, dagegen keine Atemexkursionen des Thorax. Das Kind wurde durch die mütterliche Atmung in seinem Fruchtwasser rhythmisch hin- und hergeschaukelt, jedoch mit einer höheren Frequenz als der Atmung der Mutter entsprach. Die am Leibe der Schwangeren sichtbaren wellenförmigen Erhebungen sollen durch diese Schaukelbewegungen verursacht werden.

Dyroff konnte auf Röntgenaufnahmen gegen Ende der Gravidität bei einer Belichtungszeit von 5 bis 8 Sekunden völlig scharfe Konturen des fetalen Thoraxskelettes erhalten. Er sieht darin einen weiteren Beweis dafür, daß die hypothetischen, von Ahlfeld beobachteten Atembewegungen des Fetus nicht existieren.

In zwei Fällen konnte Dyroff bei Schwangeren vor der supravaginalen Amputation des Uterus nach Porro ein speziell gearbeitetes Zystoskop mit Hilfe eines Troikarts durch die Bauchdecken in die Amnionhöhle einführen. Beim ersten Versuch war infolge Blutaustrittes aus der verletzten Plazenta nichts zu sehen, und im zweiten Fall ließen sich bei einer Beobachtungszeit von 6 Sekunden keine Atembewegungen des Kindes konstatieren.

Auf Grund seiner Beobachtungen kommt Dyroff nun zu dem Schluß, daß es Atembewegungen des Kindes in utero nicht gibt. Die entgegengesetzten Befunde bei den Tierversuchen anderer Autoren führt er darauf zurück, daß das Frei- und Prolabiertliegen des graviden Uterus zu Zirkulationsstörungen führt, welche Atembewegungen der Frucht auslösen. Die wellenförmigen Bewegungen am Leibe Schwangerer sieht er als fortgeleitete Schaukelbewegungen des Kindes an, die primär durch die mütterliche Atmung ausgelöst werden.

Gegenüber den Beobachtungen von Dyroff ist nun einzuwenden, daß die Betrachtung des Kindes im Uterus mittels eines Zystoskopes ebenso wie die Belichtungszeit der Röntgenaufnahmen von einer relativ so kurzen Dauer gewesen sind, daß auf Grund der negativen Beobachtungsergebnisse das Vorkommen der physiologischen intrauterinen Atembewegungen des Kindes

nicht abgelehnt werden kann, denn diese sind, wie schon Ahlfeld und Weber mitteilen, periodisch wiederkehrend und von längeren Ruhepausen unterbrochen, so daß es also vom Zufall abhängt, ob man sofort oder erst nach vergeblichen Versuchen einen günstigen Erfolg erzielt. Daß Dyroff die von Ahlfeld beobachteten wellenförmigen Bewegungen als Schaukelbewegungen des Kindes, hervorgerufen durch die mütterliche Atmung, ansieht, erscheint nicht berechtigt, zumal Ahlfeld ausdrücklich erwähnt, daß diese Erhebungen nur an ganz zirkumskripter Stelle wahrzunehmen sind, während die Schaukelbewegungen sich größeren Teilen der mütterlichen Bauchwand mitteilen müßten.

Die Beobachtungen an Tierfeten, bei denen Dyroff, Reubold, Runge und Schmitt negative, dagegen die alten Autoren Béclard, Preyer, Scheel und Winslow sowie auch A. Mayer positive Resultate erhielten, lassen sich zur Klärung der Frage der intrauterinen physiologischen Atembewegungen wegen der differierenden Ergebnisse nur bedingt heranziehen. Runge hebt ausdrücklich hervor, daß es schwer ist, im Tierversuch einwandfreie Versuchsbedingungen zu gewährleisten und exakte Ergebnisse zu erhalten.

Die Eröffnung der Bauchhöhle und der Gebärmutter des Muttertieres bedeuten ebenso wie die durch die Operation verursachten Druckänderungen und Erschütterungen des Uterus, die veränderte Zirkulation und die Abkühlung für die Frucht eine solche Irritation, daß man aus den unter diesen veränderten äußeren Bedingungen erhaltenen Ergebnissen nicht ohne weiteres auf die Vorgänge schließen darf, welche unter physiologischen Bedingungen, d. h. während des intrauterinen Lebens, stattfinden.

Ebenso sprechen die Beobachtungen von Schmitt, der die apnoischen Kaiserschnittkinder keine Atembewegungen ausführen sah, nicht gegen das Vorkommen der physiologischen intrauterinen Atembewegungen. Die Narkose während des Kaiserschnittes stellt auch für die Frucht bestimmt keinen gleichgültigen Eingriff dar, da alle Narkotika durch die Plazenta auf das Kind übergehen.

Minkowski, der Untersuchungen über Bewegungen, Reflexe und muskuläre Reaktionen beim menschlichen Fötus ausführte, gewann die Feten durch Sektio in Lokalanästhesie (Novocain-Suprarenin). Er schreibt: „Die Lokalanästhesie bildet eine wesentliche Bedingung für den Erfolg der Beobachtung. In 2 Fällen von allgemeiner Äther-Chloroformnarkose machte der Fötus keine spontanen Bewegungen, die Reflexe waren von Anfang an sehr schwach und erschöpften sich rasch, und nur die Herztätigkeit

und muskuläre Erregbarkeit bestanden etwa während ½ Stunde." Bei 4 Feten (Sektio in Lokalanästhesie) zeigte der Fußsohlenreflex den Babinski-Typus, der beim Fetus und Säugling physiologisch ist, während in 2 Fällen (Sektio in Äther-Chloroformnarkose) der Fußsohlenreflex dem Typus der Plantarflexion entsprach, wie er normalerweise erst vom zweiten Lebensjahr ab vorkommt.

Die Theorie von Walz, der die intrauterinen Atembewegungen als den Hauptfaktor für den Transport des Venenblutes nach dem Herzen zu ansieht, ist abzulehnen, denn bei der Weite der Kapillaren des fetalen Kreislaufes und der Summation der Arbeit beider Herzkammern ist der Blutdruck im venösen Gebiet des Kreislaufes hoch genug um trotz des Wegfalls der inspiratorischen Ansaugung nach dem Thorax eine kontinuierliche Blutströmung im venösen System aufrechtzuerhalten.

Die Lehre Ahlfelds von den intrauterinen physiologischen Atembewegungen des Fetus müssen wir heute, besonders unter dem Eindruck der einwandfreien Bestätigung durch die Arbeiten von K. Reifferscheid, ohne Vorbehalt anerkennen. Die graphische Registrierung der Bewegungen erfolgte unter idealen äußeren Bedingungen, während für den Fetus absolut physiologische Verhältnisse vorlagen. Die pathologisch-anatomischen Untersuchungen Jägers und die Beobachtungen von Minkowski an jungen menschlichen Feten sind eine weitere Stütze und gute Ergänzung dieser Lehre.

W. Reifferscheid und Schmiemann konnten nun an den Röntgenaufnahmen der beiden Feten, deren Magendarmkanal reichliche Mengen des verschluckten Kontrastmittels enthielt, feinste fleckchenförmige Schatten im Bereiche der Lungenfelder wahrnehmen. Damit glaubten sie den Weg gefunden zu haben, die intrauterinen fetalen Atembewegungen objektiv nachweisen zu können. Von ihren folgenden Untersuchungen, die unter weitgehenden Ausschluß aller Fehlerquellen und unter völlig physiologischen Kautelen stattfanden, sehen W. Reifferscheid und Schmiemann besonders zwei Fälle für beweisend an, die ich wegen ihrer entscheidenden Bedeutung für die endgültige Klärung der Frage der intrauterinen fetalen Atembewegungen ausführlich referieren möchte.

Fall 1:

33 jährige Gravida mens. X. Es besteht ein Hydramnion, der Leibesumfang beträgt 103 cm. Der Untersuchungsbefund ergibt den Verdacht auf einen Anencephalus. Die Röntgenübersichtsauf-

nahme bei Rückenlage der Schwangeren im a. p. Strahlengang zeigt den Skelettschatten eines bis auf den Schädel normal ausgebildeten, etwa dem 10. Monat angehörenden Kindes in linker Schädellage. Der Gesichtsschädel ist mißbildet, eine Ausbildung des Gehirnschädels fehlt. Die Wehen sind gut. Herztöne 140.

Nach Entnahme von 40 ccm Fruchtwasser werden 40 ccm Umbrathor in den Amnionsack injiziert. Der Eingriff geschieht im Ätherrausch der Patientin. 8 Stunden nach der Injektion tritt der Blasensprung ein mit sehr reichlichem Fruchtwasserabgang. Danach mehrere Stunden Wehenpause. 19 Stunden nach der Injektion des Kontrastmittels erfolgt die Spontangeburt (Pernokton, Äther). Das weibliche Kind, ein Froschkopf, kommt sofort ad exitum. Es ist reif, 50 cm lang, 2980 g schwer, und lebensfrisch.

Röntgenaufnahmen:

1. Nach der Injektion von Umbrathor.
   Das bis auf den Schädel normal ausgebildete Kind befindet sich in linker Schädellage. Das Kontrastmittel ist in Streifen und Schlieren im gesamten Fruchtwasser verteilt. Im Bereiche des kindlichen Abdomens ist eine teilweise Füllung von Magen- und Darmabschnitten zu erkennen, desgleichen Schattenfiguren in der Gegend des Thorax.
2. Die Aufnahme des Kindes nach der Geburt zeigt den gesamten Bronchialbaum mit Kontrastmittel gefüllt, ferner enthalten große Teile des Darmes das Kontrastmittel.
3. Zwei ausgeblendete Aufnahmen des Thorax in zwei Ebenen lassen die Füllung des Bronchialbaumes bis in die feinsten Bronchien hinein erkennen.

Diese Befunde lassen sich nach W. Reifferscheid und Schmiemann nur so erklären, daß durch die oberflächlichen Atembewegungen des Kindes im Uterus das Fruchtwasser mit dem darin enthaltenen Röntgenkontrastmittel in die Trachea und Bronchien gelangen konnte, denn ein passives Einschwemmen, ausgelöst etwa durch intrauterine Druckschwankungen infolge Wehen, Bauchpresse usw. kommt nicht in Betracht.

Es ließe sich zwar der Einwand erheben, daß der Anencephalus unter der Geburt in einem solchen Maße geschädigt worden sei, daß nun im Zustand der asphyktischen Krampfatmung Fruchtwasser mit dem Kontrastmittel in die tieferen Atemwege gelangen konnte, oder daß vielleicht ein Teil des im Magen befindlichen Fruchtwassers regurgitiert und in die Trachea und Bron-

chien aspiriert wurde. Jedoch läßt die Darstellung des gesamten Bronchialbaumes bis in die feinsten Einzelheiten hinein den wahrscheinlichsten Schluß zu, daß diese Füllung der tieferen Luftwege verursacht worden ist durch die über längere Zeit sich hinziehenden physiologischen Atembewegungen des Kindes im Uterus, wobei das im Fruchtwasser enthaltene kolloidale Thorium sich in den Bronchien und Bronchiolen ablagern konnte.

Bei ihrem zweiten Fall wählten W. Reifferscheid und Schmiemann eine Versuchsanordnung, die alle äußeren unphysiologischen Reize mit Sicherheit ausschloß, indem sie die Röntgenaufnahmen der Frucht nach der Injektion des Kontrastmittels zu einer Zeit machten, während welcher die Frucht sich unter absolut physiologischen Bedingungen im unversehrten Uterus befand und nicht schon durch Geburt oder Operation möglicherweise geschädigt sein konnte.

Fall 2:

33 jährige II. para, im 5. Monat gravide, es soll eine Schwangerschaftsunterbrechung und Sterilisierung vorgenommen werden. 48 Stunden vor der Operation wird nach Entnahme von 25 ccm Fruchtwasser dieselbe Menge Umbrathor in die Amnionhöhle injiziert. 30 Stunden später werden zwei Röntgenaufnahmen der Frucht gemacht, 48 Stunden nach der Injekion des Kontrastmittels wird die Sektio parva vorgenommen.

1. Die Übersichtsaufnahme bei ventrodorsalem Strahlengang zeigt im Bereiche des Abdomens des Fetus eine nahezu vollständige Kontrastdarstellung seines Magendarmtraktus. Oberhalb des Magens ist ein annähernd dreieckiger, nach unten zu durch zwei bogenförmige Linien begrenzter Schatten zu sehen.
2. Die Vergleichsaufnahme des extrahierten Feten in der intrauterinen Lage entsprechenden Stellung zeigt eindeutig die Lokalisation des Kontrastschattens in der Lunge.
3. Eine ausgeblendete Aufnahme in Bauchlage der Patientin bei dorsoventralem Strahlengang läßt ebenso wie die Vergleichsaufnahme am isolierten Feten deutlich den dreieckigen Kontrastschatten im Thoraxbereich erkennen.
4. Die ventrodorsale Aufnahme des Feten zeigt die stark mit Kontrastmittel angefüllten Lungenfelder und das Kontrastbild des Magendarmkanals.

Im histologischen Schnitt der Lunge sind ausgedehnte Ablagerungen von amorphen Massen in den Lumina der Bronchien und Bronchiolen zu erkennen.

W. Reifferscheid und Schmiemann konnten bei vorhergehenden Untersuchungen feststellen, daß die Schattendichte der Kontrastfüllung der Lungen in dem Maße zunahm, als der zeitliche Abstand vom Einbringen des schattengebenden Mittels bis zur Röntgenaufnahme sich vergrößerte. W. Reifferscheid und Schmiemann sehen darin den Beweis für eine über längere Zeiträume sich erstreckende protrahierte Füllung des fetalen Bronchialbaumes, wobei nach der Resorption eines Teiles des Fruchtwassers das unresorbierbare Kontrastmittel zurückblieb.

Die Frage, wie weit bei den Atembewegungen des Kindes in utero die Amnionflüssigkeit in die tieferen Atemwege gelangt, ist also auf Grund der exakten Untersuchungen von W. Reifferscheid und Schmiemann dahin zu beantworten, daß das Eindringen von Flüssigkeit in die Trachea, Bronchien und Alveolen für das Kind insofern bedeutungslos ist, als durch die Elastizität des weichen Thorax und des Lungengewebes bei den Exspirationsbewegungen die Flüssigkeit zum größten Teil wieder ausgestoßen werden kann.

Diese Ansicht wird gestützt durch neuere Arbeiten über die Embryogenese, Anatomie und Histologie der fetalen Lunge.

Nach Bohnheim, Linser und Teuffel beginnt die Entwicklung des elastischen Gewebes in der Lunge mit dem 3. Fetalmonat, im 4. Monat sind die größeren Bronchien und im 6. Monat auch die Bronchiolen und einzelnen Alveolen von elastischen Fasern umsponnen. Gegen Ende des 10. Monats, mit dem Abschluß des intrauterinen Lebens, ist die Ausbildung des elastischen Stützgewebes im großen und ganzen beendet, wenn auch in geringerem Grade eine weitere Differenzierung noch post partum erfolgt.

Foerster teilt mit, daß in den frühen Stadien der Lungenentwicklung die elastischen Fasern „lockenartig verstreut im Gewebe" liegen, daß sie bei der teilweisen Entfaltung der Lunge durch Fruchtwasser einen wellenförmigen und um die durch Luft entfalteten und gespannten Alveolen einen bogen- oder kreisförmigen Verlauf zeigen.

Lenzi fand, daß die Anordnung der elastischen Faserbündel schon im 7. Embryonalmonat derjenigen gleicht, wie sie die Lunge am Ende der Schwangerschaft und beim Erwachsenen aufweist.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Staemmler, der darauf hinweist, daß die so frühzeitig vorgeburtliche Ausbildung der elastischen Fasern auf die mit der intrauterinen Atembewegungen gegebene funktionelle Ursache zurückgeführt werden kann.

Ebenso wie die in frühen Stadien erfolgende Ausbildung des elastischen Gewebes der Lunge lassen die Entwicklung des Alveolarepithels und die Befunde von Fruchtwasserbestandteilen in den Bronchien und Alveolen junger Früchte und ausgetragener Kinder Rückschlüsse zu hinsichtlich des Inhaltes der tieferen Atemwege des Fetus.

Nach älterer Auffassung sind die Alveolen Neugeborener vor dem Einsetzen der Atmung mit einem aus kleinen kubischen Zellen bestehenden Epithel ausgekleidet. Infolge der mit dem ersten Atemzug beginnenden Erweiterung der Lunge blähen sich die Lungenbläschen auf, wodurch das respiratorische Epithel jetzt neben unveränderten Inseln kubischer Zellen flache kernlose Platten aufweist, die rein mechanisch durch die Dehnung und unter Kernverlust aus den ursprünglichen Zellen entstanden sein sollen.

Den Forschungen der neueren Zeit zufolge liegen die Verhältnisse indes völlig anders. Hochheim, Addison und How, Dragiou und Fauré-Frémiet, Ogawa und besonders Seemann konnten nachweisen, daß der Zeitpunkt des Beginnes der beschriebenen zytologischen Umwandlung lange vor der Geburt liegt, und zwar wird übereinstimmend der 6. Embryonalmonat angegeben.

Bis zum 6. Monat bildet der Zellenbelag der Alveolen einen ununterbrochenen Überzug aus gleichartigen kubischen Epithelzellen, die sich allmählich in niedrig-kubische kernhaltige Zellverbände differenzieren, welche mit dünnen, zarten zytoplasmatischen Ausbreitungen ein Synzytium darstellen, das den Lungenkapillaren anliegt. Dieser endgültige histologische Zustand erstreckt sich anfangs nicht gleichmäßig auf alle Teile der Lunge, vielmehr finden sich stets bei unreifen und reifen Früchten neben Stellen mit schon umgewandeltem Epithel solche, wo die Lungensäckchen noch kontinuierliches, rein kubisches Epithel ohne Dehiszenzen führen, sowie Übergangsbilder. Zwischen dem Alveolarepithel der reifen Frucht vor der Geburt und dem respiratorischen Epithel des atmenden Neugeborenen besteht kein Unterschied.

Elenz, Kölliker und Küttner glauben nichtmechanische Faktoren für diesen Umbau des Epithels verantwortlich machen zu können. Als Ursache für die Transformation des Epithels legt Wetzel eine gewisse Bedeutung einerseits dem durch intrauterine Atembewegungen aufgenommenen Fruchtwasser bei, welches die Entfaltung der Alveolen einleitet, andererseits nimmt er eine selbständige biologische Umformung der Epithelzellen an, wobei die inneren treibenden Kräfte und die unmittelbar wirkenden Faktoren unbekannt sind.

Durch histologische Untersuchungen an Lungen von Schafembryonen in der 13. Woche konnte Seemann zeigen, daß die Transformation des früheren indifferenten, einheitlichen Epithels sich überraschend schnell, in etwa 2 bis 3 Tagen vollzieht. Stewart beobachtete diese Umbildungsvorgänge im Lungenepithel und Stroma bei Rattenembryonen. Während die Epithelzellen in den frühen Embryonalstadien ein gewöhnliches, fein granulär gebautes Protoplasma besitzen, beginnt dieses um den 18. Tag eigentümlich durchsichtig und hydropisch zu werden.

Stewart nimmt an, daß es sich um Absorption der Amnionflüssigkeit handelt, welche die Verzweigungen des Bronchialbaumes ausfüllt. Seemann glaubt, daß die Abplattung der Alveolarepithelien vielleicht durch die Druckwirkung der Amnionflüssigkeit auf die plastisch gewordenen hydropischen Zellen erklärt werden kann, um so mehr, als auch Stewart leichte Atembewegungen der in ihren Eihüllen liegenden Feten beobachten konnte, und Wislocki bei Ratten feststellte, daß die in den Amnionsack injizierten Farbstoffe bis in die Lungenbläschen eindringen.

Wenn nun das Fruchtwasser, wie wir annehmen dürfen, bei den Atembewegungen des Fetus in die Lungenalveolen angesaugt wird, die dadurch zu einem geringen Grade entfaltet werden, so müssen auch Bestandteile der Amnionflüssigkeit darin nachgewiesen werden. Hochheim fand bei histologischen Untersuchungen in Neugeborenenlungen fast ausnahmslos mehr oder minder zahlreiche kernlose und kernhaltige Plattenepithelien, Talgklümpchen, auch Fettröpfchen und Lanugohaare in den kleinen Bronchialästen und Alveolen. Über ähnliche Befunde an Kalbsembryonen, deren Alveolarlumina mit Fruchtwasser angefüllt waren, welches die charakteristischen Mekoniumkörperchen enthielt, berichtet Seemann. Daß bei der Aspiration bestimmte Lungenabschnitte bevorzugt sind, konnte Hochheim nicht feststellen, vielmehr fanden sich die aspirierten Fruchtwasserbestandteile im Oberlappen in gleicher Menge wie im Unterlappen und in den subpleuralen Parenchymteilen.

In seltenen Fällen ist beobachtet worden, daß die Lungenbläschen in einem solchen Grade mit Talg angefüllt waren, daß dadurch bei der Ausführung der Lungenschwimmprobe zu forensischen Zwecken eine Schwimmfähigkeit kleinster Stückchen abgeschnittenen Lungengewebes bedingt war. Der Irrtum, daß es sich hier um lufthaltige Teile handelte, wurde durch die mikroskopisch sichtbare fleckige hellere Färbung noch bestärkt (Ahlfeld, Haberda, Walcher).

Es liegen Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Lunge vor von Hochheim und Kanitz, die feststellen konnten, daß in dem Maße wie vom 6. Monat ab der Glykogengehalt der Lunge kontinuierlich abnimmt, eine starke Zunahme des Fettgehaltes erfolgt, die besonders in den beiden letzten Monaten ausgesprochen ist. Dieser Fettüberschuß wird nach der Geburt schnell abgebaut, so daß beim Säugling das Organ einen um etwa 50% geringeren Fettreichtum als beim Neugeborenen aufweist. Die Frage, inwieweit dieser auffallende Fettgehalt der fetalen Lunge durch die eigentümliche myelinische Verfettung der Alveolarepithelien, die schon intrauterin als eine selbständige physiologische Umgestaltung der Alveolarauskleidung einsetzt, zu erklären ist, oder inwieweit sie mit der Fruchtwasseraspiration in Zusammenhang steht, ist nach Hochheim und Seemann schwer zu entscheiden. Doch vermutet Hochheim, daß die in den Alveolarepithelzellen nicht selten mikroskopisch nachweisbaren feinsten Fettröpfchen aus dem Fruchtwasser stammen, zumal sich im Lumen der Lungenbläschen Talgmassen nachweisen lassen, die von der den Fetus bedeckenden Vernix caseosa herrühren. Diese Resorptionsbilder erinnern an gleichartige Befunde, die Polano, Stickel und Konstantinowitsch im Epithel des oberen Dünndarms ebenso wie in der Epidermis und im Nabelschnurepithel junger Feten fanden.

Das Resorptionsvermögen der Lunge nicht nur dem Sauerstoff und anderen Gasen, sondern auch Flüssigkeiten gegenüber ist sehr beträchtlich. Wie Laqueur und van Went experimentell gezeigt haben, werden intratracheal eingebrachte hypotonische Lösungen vom Alveolarepithel mit größter Geschwindigkeit resorbiert. Am schnellsten erfolgt die Aufsaugung von reinem Wasser, in geringerem Maße von physiologischer Kochsalzlösung. Nach 1¾ Stunden waren bei einem Kaninchen von 20 ccm intratracheal eingeführtem reinen Wasser 89% resorbiert, von derselben Menge physiologischer Kochsalzlösung im gleichen Zeitraum nur 48%.

Diese überaus hohe Resorptionsfähigkeit des Lungengewebes erklärt auch die rasche Aufsaugung großer Mengen verflüssigten Exsudates nach der Lösung einer kruppösen Pneumonie, wobei oft innerhalb einer erstaunlich kurzen Zeitspanne die totale Aufhellung von vorher dicht verschatteten Lungenfeldern röntgenologisch zu verfolgen ist. Ähnliche Angaben über das große Resorptionsvermögen der Lunge finden sich im gerichtlich-medizinischen Schrifttum. Es ist bekannt, daß die beim Vorgang des Ertrinkens in die tieferen Atemwege gelangten Flüssigkeits-

mengen innerhalb kürzester Frist, also noch intravital, nahezu vollständig vom Lungengewebe aktiv aufgesaugt werden.

Wir nehmen also heute an, daß durch die intrauterinen Atembewegungen des Fetus eine gewisse Entfaltung der Lungen erfolgt; diese Ansicht ist durch die anatomischen, histologischen und physiologischen Beobachtungen gut fundiert. Die eingedrungene Amnionflüssigkeit wird durch die elastischen Kräfte des Lungengewebes und des Thorax wahrscheinlich zum größten Teil sofort wieder ausgestoßen, während eine geringere Menge der hypotonischen Flüssigkeit von dem Alveolarepithel resorbiert werden dürfte.

Wir müssen uns überhaupt von dem Vorurteil freimachen, als bringe das Eindringen von Flüssigkeit in die Lungen irgendeinen Schaden für die Frucht; denn erst im Augenblick der Unterbrechung der Plazentaratmung nimmt die Lunge ihre lebenswichtige Funktion auf, und zu diesem Zeitpunkt wird das in den Luftwegen enthaltene Fruchtwasser ausgestoßen und wahrscheinlich zu einem kleineren Teil auch in den Lungen resorbiert.

Ahlfeld hält nun den ersten Atemzug nach der Geburt für die Fortsetzung der intrauterinen Entwicklung und Einübung der Atembewegungen. Es ist wohl verständlich, daß ein so komplizierter Vorgang, wie ihn die Atmung darstellt, nicht erst im Momente der Geburt in Tätigkeit treten kann, sondern daß dieser Mechanismus schon in utero geübt und gebahnt werden muß. Daß das Atemzentrum sehr frühzeitig funktionsbereit ist, zeigen die lebensfähigen Frühgeburten im 7. Monat und die viel jüngeren Feten von Minkowski, die nach der Extraktion vergebliche Atmungsversuche ausführten.

Die Koordination der zahlreichen Muskeln und Muskelgruppen, die zum Zustandekommen der Atemexkursionen des Thorax nötig sind, wird durch das im Calamus scriptorius der Medulla oblongata gelegene Atemzentrum besorgt. Daneben scheinen die Kerne der nervi phrenici und nervi intercostales bis zu einem gewissen Grade auch selbständig rhythmische Erregungen produzieren zu können und insofern als spinale segmentale Nebenzentren zu fungieren. Es ist sicher, daß dieser komplizierte Mechanismus erst allmählich im Laufe des fetalen Lebens entwickelt und ausgebildet wird. Minkowski schreibt: „Man darf vielleicht annehmen, daß solche biophysikalische Faktoren, wie die Elastizität der Haut und der Muskeln, die Kohärenz verschiedener Körperteile u. a. die früheste Grundlage für gewisse Bewegungssynergien bilden, und daß die nervösen, d. h. durch Vermittlung des zentralen Nervensystems zustande kommenden Reflexe sich

sukzessive auf diese primären Mechanismen aufbauen, und zwar zunächst auf früher fötaler Stufe als unregelmäßige und variable, später, mit der Ausbildung spezieller nervöser Verbindungen, als immer bestimmtere und konstantere Reaktionen auf bestimmte Reize.

Wir wissen, daß der Atemapparat ebenso wie das Herz oder der Darm automatisch funktioniert im Sinne der Physiologie, d. h. das Atemzentrum bedarf für seine Tätigkeit keiner Anregung durch zentripetale Erregungen wie ein Reflexzentrum, sondern es produziert seine Rhythmik aus sich heraus. Eine Beeinflussung der Tätigkeit des Atemzentrums ist nur durch die Änderung der Blutbeschaffenheit möglich.

Über den Aufbau und die Funktion des Atemzentrums beim Menschen liegen aus der neuesten Zeit Arbeiten von paediatrischer Seite vor. Besonders P e i p e r konnte bei seinen Untersuchungen über die Atemstörungen der Frühgeburten nachweisen, daß das Atemzentrum wohl eine funktionelle, nicht aber eine anatomische Einheit darstellt. Es setzt sich aus mehreren, physiologisch voneinander abgrenzbaren Teilzentren zusammen, die in der Phylogenese und Ontogenese derart aufeinanderfolgen, daß die älteren Anteile den jüngeren untergeordnet sind und durch deren Tätigkeit gehemmt werden. Dabei hat sich gezeigt, daß das menschliche Atemzentrum einen dem tierischen sehr ähnlichen Bauplan besitzt. Bei Frühgeburten zerfällt das noch relativ unreife Atemzentrum leicht in seine Bestandteile, indem die jüngeren Teile vorübergehend aussetzen, so daß jetzt die Atmung durch die entwicklungsgeschichtlich älteren und primitiveren Zentren gesteuert wird.

Es läßt sich hier ein Vergleich anstellen mit dem Reizbildungssystem des Herzens. Im Herzen besitzt der Keith-Flack'sche Sinusknoten die stärkste Automatie, indem er den anderen Herzabschnitten seinen Rhythmus aufzwingt. Bei einer Reizleitungsstörung springt der untergeordnete Aschoff-Tawara'sche Atrioventrikularknoten ein und zuletzt stellt sich eine langsamere Kammerautomatie her.

Nach P e i p e r sind am Aufbau des Atemzentrums beteiligt neben dem jüngsten Zentrum, welches die höchste Atemform regelt, das Periodenzentrum, welches mit einem Zentrum für periodische Bewegungen eng verknüpft ist, dann das Zentrum für die Schnappatmung, das Singultuszentrum und das Zentrum der Kehlkopfbewegungen. Die vergleichende Physiologie zeigt, daß diese Zentren sich in der Phylogenese nacheinander entwickelt haben, und auch beim Tier treten unter bestimmten Voraussetzungen als Notatmung niedere Atemformen wieder auf, die

das Leben nach dem Aussetzen der höheren Zentren für eine Zeitlang erhalten können.

Entsprechend den Bedürfnissen der veränderten Lebensweise beim Übergang der Tiere vom Wasser zum Landleben entstanden die höheren Atemformen. Dabei verschwanden die älteren Zentren nicht, sondern wurden nur durch die Tätigkeit der übergeordneten neuen Zentren gehemmt. Ebenso wie man innerhalb der Tierreihe eine Höherentwicklung der Atemformen beobachten kann, ist eine Rekapitulation dieser Stadien in der Entwicklung der Einzelindividuen zu erwarten (Haeckels biogenetisches Grundgesetz).

Babak und Dedek verfolgen bei Fischen und urodelen Amphibien die allmähliche Ausbildung der Atembewegungen während der aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen. Sie beobachteten anfangs nur isolierte, dann unregelmäßig-periodische und schließlich kontinuierliche Atembewegungen.

Wie sich die Teile des Atemzentrums im Laufe der Fetalzeit aus primitiven Mechanismen zu höheren Formen entwickeln, so werden diese beim sterbenden Menschen wieder allmählich abgebaut. Peiper beobachtete bei Frühgeburten in der Agone Schnappatmung und schließlich nur noch Kehlkopf- und Schluckbewegungen.

Neben der höchsten Atemform, wie sie die regelmäßige und gleichförmige Ruheatmung des Erwachsenen darstellt, kennen wir eine periodische Atmung, die als Cheyne-Stokes'scher Atemtypus beim Säugling (Peiper) und während des Schlafes (Mosso) physiologisch ist, und die auch bei Herzkranken, bei Meningitis, Encephalitis und bei der Bergkrankheit beobachtet wird. Dabei wechseln längere Atempausen ab mit Atemzügen, die regelmäßig an Frequenz und Tiefe anschwellen und sich in ähnlicher Weise wieder verlieren.

Experimentell fanden Schaltenbrand und Girndt, daß bei Thalamuskatzen unmittelbar nach dem Eingriff periodische Veränderungen der Atmung auftraten, die von periodischen motorischen Entladungen begleitet waren.

Bei vielen Säugetieren ist die periodische Atmung physiologisch, so bei Wassersäugetieren (Wal, Seehund, Eisbär), während des Winterschlafes bei Fledermäusen und Murmeltieren, weiterhin bei Amphibien und Reptilien.

Wir dürfen heute annehmen, daß die periodischen, von Ruhepausen unterbrochenen Atembewegungen des Fetus, wie sie Ahlfeld, K. Reifferscheid und Weber registrieren konnten, als ein Analogen dieses Atemtypus anzusehen sind.

Als nächsttiefere Atemform beschreibt Peiper die Schnappatmung bei Frühgeburten, die während der asphyktischen Anfälle zu beobachten ist. Der schnappende Atemzug, dem stets ein längerer Atemstillstand vorausgeht, ist wesentlich kürzer und ausgiebiger als der gewöhnliche. Gleichzeitig mit der Inspiration wird der Mund geöffnet und der Kopf rasch nach rückwärts geworfen, während mit der Exspiration ein Schließen des Mundes und Zurückgleiten des Kopfes erfolgt. Die Schnappatmung, die gerade noch das Leben aufrechterhält, kann, wenn sie nicht zu lange Zeit andauert, wieder in eine der höheren Atemformen übergehen.

Auch im Tierversuch (Kaninchen, Schwein) konnten Camann und Peiper durch Sauerstoffentzug in jedem Einzelfalle Schnappatmung auslösen, die bei Freigabe der Sauerstoffzufuhr wieder reversibel war. Eine ganz ähnliche Schnappatmung tritt beim Fisch auf, der, aus dem Wasser herausgenommen, von Zeit zu Zeit krampfhaft das Maul öffnet.

Die Annahme, daß die Schnappatmung eine primitive Atemform darstellt, stimmt gut überein mit den Befunden Minkowskis bei menschlichen Früchten vom 4. Monat. Die Feten zeigten tiefe Inspirationsbewegungen des Brustkorbes mit gleichzeitigem Öffnen des Mundes, Heben der Arme und Deflexion des Kopfes. Auch Bersot, Erbkam und Straßmann berichten über ähnliche Beobachtungen an jungen Früchten.

Neben der Perioden- und Schnappatmung nimmt Peiper noch eine Singultusatmung an, die im Falle des Versagens der anderen Zentren das Leben für kurze Zeit aufrechterhalten kann. Daß schon vor der Geburt Singultusbewegungen vorkommen, ist nach den Angaben von Ahlfeld, Hink, Ikeda, Mermann, Meyer und Rothschild anzunehmen. Die von Ahlfeld und Weber neben den wellenförmigen Atembewegungen beschriebenen kurzen, periodisch wiederkehrenden Stöße dürften ebenso wie die von den französischen Autoren (Charpentier, Tarnier und Chantreuil) und von Ducci und Ferroni beobachteten brüsken, schnappenden Bewegungen entweder durch Singultus oder Schnappatmung des Fetus hervorgerufen sein.

Es ist bekannt, daß besonders bei niederen Tieren enge Beziehungen zwischen Atmung und Schlucken bestehen, insofern als bei diesen das Schlucken geradezu eine Atemform darstellt. Primitive Lungenatmer atmen noch nicht mit dem Thorax, sondern schlucken Luft durch Bewegungen der Kiemenbogen (Peiper). Siefert beobachtete bei Reptilien, Babak und Kühnova

bei Salamandern unter bestimmten Voraussetzungen ausgesprochene Schluckatmung, indem die in die Mundhöhle aufgenommene Luft mit großer Kraft in die Lungen gepreßt wurde. Steiner zeigte, daß beim Tier durch Reizung der oberen Kehlkopfnerven Atemstillstand im Exspirium eintritt, und während dieser Zeit konnte er kleine periodische Schluckbewegungen beobachten.

Auch beim Menschen besteht noch ein gewisser Konnex zwischen Schluck- und Atemzentrum. So wird häufig beobachtet, daß beim Neugeborenen mit den ersten Atemzügen kleine oder größere Mengen von Luft durch aktives Schlucken in den Magen und Dünndarm gelangen. Die auf dieser Tatsache basierende Magen-Darmschwimmprobe nach Breslau stellt in der forensischen Medizin ein wichtiges Kriterium dar für das Leben des Kindes nach der Geburt. Im Sinne einer engen Verknüpfung von Atemzentrum und Schluckzentrum in frühen Entwicklungsperioden der Frucht könnten auch die Befunde an den beiden 4 bis 5 monatigen Feten sprechen, deren Lungen ebenso wie der Magen-Darmtraktus mit Kontrastmaterial angereichert waren.

Im Laufe der Entwicklung der menschlichen Frucht lassen sich, wie wir gesehen haben, die Schnappatmung, Singultus und periodische Atembewegungen als Vorläufer der endgültigen Atemform nachweisen. Winslow, Ahlfeld, K. Reifferscheid, Ducci, Ferroni und Weber haben schon darauf hingewiesen, daß die Atembewegungen des Fetus nur während kürzerer Zeitabschnitte, die durch Ruhepausen unterbrochen sind, aufzutreten pflegen.

Peiper erklärt die periodischen Bewegungsstörungen und Atemstörungen bei Frühgeburten mit seiner Theorie der aussetzenden Zentren. Er zeigte am Beispiel des Atemzentrums, daß neu sich bildende Zentren nicht plötzlich vorhanden sind, sondern allmählich in das nervöse Geschehen eingreifen. In der ersten Zeit ihrer Bildung sind sie noch nicht fähig, dauernd ihre führende und zugleich hemmende Rolle aufrechtzuerhalten. Sie werden vielmehr durch ihre eigene Tätigkeit oder durch den Verbrauch nervöser Energie an einer anderen Hirnstelle leicht erschöpft, so daß sich jetzt ein entwicklungs- und stammesgeschichtlich tieferes Zentrum einschaltet, welches eine Notatmung unterhält, bis sich die höheren Teilzentren wieder erholt haben. Die eben erst gebildeten Zentren im unreifen Gehirn neigen dazu, in einen Zustand zurückzusinken, in dem sie sich vor ihrem Eingreifen in das Hirngeschehen befunden haben.

Ähnliche Vorgänge dürften auch bei den fetalen Atembewegungen eine Rolle spielen. Das durch irgendwelche Reize

angeregte Atemzentrum bringt Atembewegungen in Gang, die aber nach kürzerer oder längerer Zeit infolge der Unreife und Erschöpfbarkeit der Zentren bald wieder einschlafen.

Welche Reize kämen nun für die Auslösung der fetalen Atembewegungen in Betracht?

Ahlfeld und Weber geben an, daß in manchen Fällen nach einem kurzen Stoß auf den Körper der Frucht oder im Anschluß an eine manuelle Untersuchung Atembewegungen auftraten. Ebenso gelang es Minkowski und Preyer durch äußere Reize inspiratorische Bewegungen hervorzurufen.

Eine Auslösung der Atemtätigkeit durch Zunahme der Wasserstoffjonenkonzentration im Blute auf Grund einer vermehrten Milchsäureproduktion kommt beim Fetus sicher nicht in Betracht, da infolge seiner minimalen Muskelarbeit nur wenig saure Produkte im intermediären Stoffwechsel entstehen. In erster Linie wäre dann an einen Sauerstoffmangel bzw. eine Vermehrung des Kohlensäuregehaltes im Blute zu denken, wobei die Steigerung der Kohlensäurespannung als das wichtigere Moment anzusehen ist. Eine solche vorübergehende Erhöhung des Venositätsgrades könnte durch Zirkulationsstörungen im Plazentarkreislauf hervorgerufen werden, etwa durch die besonders gegen Ende der Gravidität regelmäßig wiederkehrenden Schwangerschaftswehen.

Da das Blut des Fetus denselben Venositätsgrad besitzt wie das der Mutter, so erhebt sich die Frage, weshalb das Atemzentrum des Fetus nicht zur Ausführung von tiefen und ausgiebigen Atmungsbewegungen veranlaßt wird. Der Grund ist wohl weniger darin zu suchen, daß etwa das fetale Atemzentrum an und für sich in geringerem Grade erregbar ist, als vielmehr in der Tatsache, daß beim Fetus als kompensatorische Maßnahme gegen eine unzureichende Sauerstoffversorgung eine starke physiologische Polyglobulie besteht (6—8 Mill. Erythrozyten im mm^3). Dadurch ist eine dauernd gleichmäßige Sauerstoffversorgung der Frucht garantiert, trotzdem im Körperkreislauf kein rein arterielles Blut strömt.

Welchen Einfluß die oberflächlichen Atembewegungen des Fetus auf die Entwicklung der Atmungsorgane, des Thorax und Kehlkopf, auf die Einübung der Zwerchfell- und Interkostalmuskulatur und auf die Ausbildung der Gelenkverbindungen der Rippen haben, läßt sich nicht nachweisen, doch vermutet schon Ahlfeld, daß dieser vielleicht ziemlich bedeutend sei. Ebenso wie im intrauterinen Leben mit der Form der Organe und Gewebe auch ihre Funktion in Erscheinung tritt, wie wir es schon bei ganz jungen Feten sehen an der Tätigkeit des Herzens, der Drüsen, des

Darmes, der Skelettmuskulatur usw., so gilt auch das Gleiche für die Ausführung von Atembewegungen.

Wir können also heute feststellen, daß W. Reifferscheid und Schmiemann mit Hilfe der beschriebenen Röntgenkontrastdarstellung des fetalen Bronchialbaumes den einwandfreien direkten Nachweis für das Bestehen intrauteriner physiologischer Atembewegungen erbracht haben. Damit wäre auch die Forderung von Fromme erfüllt, der die intrauterinen Atembewegungen des Fetus nicht anerkennen will, „ehe nicht tatsächlich Material an lebenden menschlichen oder tierischen Feten herbeigebracht ist, das uns die bis jetzt ganz vage Annahme dieser intrauterinen Atembewegungen ad oculos demonstriert."

Schrifttum.

Addison, W. H. F. and How, H. W.: On the prenatal and neonatal lung. Amer. Journ. of anat. 15, Nr. 2, 1913. Ref.: Zschr. f. Kinderheilk. 7, 1914.

Ahlfeld, F.:

1. Berichte und Arbeiten 1883—84.
2. Das intrauterine Schlucken des Fötus. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw., Marburg 1884.
3. In wie weit ist das Fruchtwasser ein Nahrungsmittel für die Frucht. Zschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 14, 1888.
4. Über bisher noch nicht beschriebene intrauterine Bewegungen des Kindes. Verhandl. d. deutsch. Ges. f. Gyn. Bd. 2, 1888.
5. Beiträge zur Lehre vom Übergange der intrauterinen Atmung zur extrauterinen. Festschr. f. Carl Ludwig, Marburg 1890.
6. Lehrbuch der Geburtshilfe, 1894.
7. Kritische Besprechung der Arbeiten von Runge: Die Ursache der Lungenatmung des Neugeborenen, und Olshausen: Über den ersten Schrei. Zschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 32, 1895.
8. Die intrauterine Tätigkeit der Thorax- und Zwerchfellmuskulatur. Intrauterine Atmung. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 21, 1905.
9. Einige Bemerkungen zu Fromme: Die Physiol. u. Pathol. des Wochenbettes. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 21, 1910.
10. Referat, Ztrbl. f. Gyn. 1911, Nr. 31.
11. Der sog. „Erste Atemzug". Zschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 79, 1917.

Babak, E.: Mechanik u. Innerv. d. Atmung. Wintersteins Handbuch der vergl. Physiol. Bd. 1, 1921.

Babak, E. u. Kühnova, M.: Über d. Atemrhythmus u. d. Ontogenie d. Atembewegungen bei den Urodelen. Pflügers Arch. 130, 1909.

Béclard: Recherches qui semblent prouver que le foetus respire l'eau contenue dans l'amnios. Bulletin de la Faculté de Médecine de Paris 1813, Nr. VIII.
Untersuchungen, welche zu beweisen scheinen, daß der Fötus das Schafwasser athmet. Deutches Archiv f. d. Physiol., herausg. v. J. F. Meckel, Bd. 1, Heft 1, 1815.

Bersot: b. Minkowski, Schweiz. med. Wschr. Nr. 29, 1922.

Bessau, G.: b. Feer, Lehrbuch d. Kinderheilkunde 1938.

Bohnheim, P.:

1. Über d. Entwickl. d. elast. Fasern i. d. fetal. Lunge. Zbl. Hamb. Staatskr. anst. 7, 1899/1900.
2. Dtsch. Zschr. f. gerichtl. Med. 20, H. 5/6, 1933.

Büttner, O.: Über die Beziehungen der fötalen Herztöne zum Geschlecht; nebst Bemerkungen zur intra-uterinen Atmung. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 14, 1907.

Bumm, E.: Grundriß z. Studium der Geburtshilfe, 1919.

Bylicki: Beiträge zur Biologie des Fötus, Ztrbl. f. Gyn. Nr. 13, 1923.

Charpentier: Traité pratique des accouchements I, Paris 1883.

Cohnstein, J. und Zuntz, N.:

1. Untersuch. über d. Blut, d. Kreislauf u. d. Atmung b. Säugetier-Fötus. Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 34, 1884.
2. Über die Ursachen der Apnoë des Fötus und des ersten Atemzuges beim Neugeborenen. Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 42, 1888.

Cunningham, R. S.: Studies in absorption from serous cavities. Americ. journ. of physiol. 62, Nr. 2, 1922.
Dedeck, B.:
1. Zur Frage der Entstehung d. Atmungsbewegungen b. menschl. Fötus. Ztrbl. f. ges. Gyn. u. Geb. 1913.
2. Zur Frage über d. Entckl. d. Atemrhytym. b. menschl. Feten. Fol. neurobiol. 7, 1913.
Dietrich, H. A.: i. Halban-Seitz, Biol. u. Pathol. des Weibes, Bd. VI, 1925.
Döderlein, A.: Vergl. Untersuch. über Fruchtwasser u. fötalen Stoffwechsel. Schmidts Jahrb. Nr. 11, 1889. Arch. f. Gyn. Bd. 37, 1890.
Dragiou et Fauré-Frémiet: Developpement des canaux aériens et histogénèse de l'épithélium pulmonaire chez le mouton. C. r. Acad. Sci. Paris 170/171, 1920.
Ducci: zit. nach Ahlfeld, Archivio di Obstetricia e Ginecologia 1897.
Dührssen: Arch. f. Gyn. Bd. 32.
Dyroff, R.:
1. Die Bedeutung der intrauterinen Atembewegungen. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 65, 1924.
2. Gibt es regelmäßige intrauterine Atembewegungen? Ztrbl. f. Gyn. Nr. 16, 1927.
Ehrhardt, K.: Der trinkende Fötus. Münch. med. Wschr. Nr. 43, 1937.
Elenz, E.: Über das Lungenepithel. Würzb. nat. Z. 5, 1864.
Engström: Über die Ursachen der ersten Atembewegungen. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 2, 1890. Ref. Skutsch (Frommel Ber. 1890).
Erbkam: Lebhafte Bewegungen eines viermonatlichen Fötus. Zeitschr. f. Geburtskunde 1837.
Fehling, H.: Über die physiol. Bedeutung des Fruchtwassers. Arch. f. Gyn. 1879.
Ferroni: zit. nach Ahlfeld, Osservazioni e ricerche sui movimenti ritmici fetali intrauterini. Annali die Obstetricia e Ginecologia Nr. 12, 1899.
Förster: Über das Mekonium. Wiener med. Wschr. Nr. 32, 1852.
Foerster: Dsch. Zschr. f. gerichtl. Med. 18, 1932.
Dsch. Zschr. f. gerichtl. Med. 20, 1933.
Fritsch, H.: Geburtshilfe, 1904.
Fromme, F.:
1. Die Physiol. u. Pathol. des Wochenbettes, 1810.
2. Einige Bemerkungen zu der Lehre von der intrauterinen Atmung, zur Händedesinfektion u. zur Frage der Selbstinfektion. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 32, 1910.
Giese: Physiol. u. Pathol. der Schwangerschaftswehen, Diss. Marburg 1892.
Gusserow: Arch. f. Gyn. Bd. 13.
Guthmann u. May: Weitere Untersuchungen zur Frage der intrauterinen Nierenfunktion. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 91, 1932.
Haberda, A.: i. E. A. v. Hoffmanns Lehrb. d. gerichtl. Med. 11. Aufl., 1927.
Henkel, M.: Akutes Hydramnion, Leberkompression, enges Becken. Punktion des Hydramnion. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 41, 1919.
Hink, A.: Fetaler klon. Zwerchfellkrampf. Zbl. Gyn. 1895.
Hinselmann: b. Halban-Seitz, Biol. u. Pathol. d. Weibes, 1925.
Hochheim, K.: Über einige Befunde i. d. Lungen v. Neugebor. u. d. Bezieh. ders. zur Aspiration v. Fruchtwass. Festschr. f. Orth, Berlin 1903.
Huggett: Foetal respiratoty reflexes. Journ. of. Physiol. 69, 1930.
Ikeda, I.: Über anfallsweise auftretende rhythmische Fötalbewegungen und Hernia diaphragmatica. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 47, 1893.

Jäger: Kongenitale Verbindungen von Exostosen der Rippen u. Ahlfelds Lehre von den intrauterinen Atembewegungen. Correspondenz-Blatt f. Schweizer Ärzte Nr. 39, 1919.
v. Jaschke-Pankow: Lehrbuch der Geburtshilfe, 1923.
Kanitz, H. R.: Über d. Fettgehalt d. Lungen v. Feten. Virch. Arch. f. path. Anat. u. Physiol. Bd. 291, 1933.
Kehrer: Beitr. z. vergl. u. exp. Geburtskunde, 2. Heft, Gießen 1867.
Kölliker, A.: Epithel d. menschl. Lungenalv. Sitz. ber. d. phys.-med. Ges. Würzburg 1880.
Kreidl u. Mandl: Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Absonderung u. Entleerung des Harnes im fötalen Leben. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 20, 1904.
Küttner: Stud. über d. Lungenepithel. Virch. Arch. 66, 1876.
Lau, H.: Mißbildungen u. Hydramnion, Ztrbl. f. Gyn. Nr. 26, 1921.
Lenzi: Monit. zool. ital. 11, 1900, zit. n. Staemmler.
Linser: Über d. Bau u. d. Entwickl. d. elast. Gewebes i. d. Lunge. Anat. H. 1900, L. 42/43.
Mayer, A.: Über die Möglichkeit operativer Eingriffe beim lebenden Säugetierfötus. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 44, 1918.
Mekus: Eine seltene Mißbildung. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 42, 1888.
Merman, A.:
1. Über eigentümliche rhythmische Fötalbewegungen. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 39, 1887.
2. Klon. Zwerchfellkrampf i. Fötalleben. Zbl. Gyn. 1880.

Meyer, H.: Zwei seltene Auskultationsphänomene bei einer Schwangeren. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 28, 1897.
v. Mikulicz-Radecki, F.: i. Lehrb. d. Geburtshilfe v. W. Stöckel, 1935.
Minkowski, W.:
1. Über frühzeitige Bewegungen, Reflexe u. muskuläre Reaktionen beim menschl. Fötus u. ihre Beziehungen zum fötalen Nerven- u. Muskelsystem. Schweizerische med. Wschr. Nr. 29, 1922.
2. Neurobiol. Stud. an menschl. Feten. Abderhaldens Handb. d. biol. Arb. meth. Lief. 253, Abt. 5, Teil 5 B.

Mosso, A.: Über d. gegenseit. Bezieh. d. Bauch- u. Brustatmung. Arch. f. Physiol. 1878.
Müller, P.: Handbuch der Geburtshülfe, 1880.
Ogawa, C.: Contrib. to the histol. of the respir. spaces of the vertebrate lungs. Americ. Journ. of anat. 24, 1920.
Olshausen, R.: Über den ersten Schrei. Berliner klin. Wschr. Nr. 48, 1894.
Olshausen-Veit: Lehrb. d. Geburtshilfe, 1902.
Opitz: Über die Bedeutung des Fruchtwassers f. d. Ernährung d. Kindes. Blinde Endigung d. Speiseröhre. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 46, 1887.
Parat, M. und Delaville, M.: Tenueur du méconium en phosphore. Bull. de la soc. de chim. biol. 5, Nr. 5, 1923.
Peiper, A.:
1. Die Atemstörungen der Frühgeburten, Springer Ber. Bd. 20.
2. Der Zerfall d. Atemztr. Mschr. Kinderheilk. 47, 1930.
3. Der Singultus. Mschr. Kinderheilk. 48, 1930.
4. Die Atemstörungen d. Frühgeburten. Erg. d. inn. Med. u. Kinderheilk. Bd. 40, 1931.
5. Unreife u. Lebensschwäche. Leipzig 1937.
6. Der Schlaf d. Kindes. Münch. med. Wschr. 41, 1938.
7. Pendelinduktion zwischen Atemzentr. u. Saugztr. Mschr. f. Kinderheilk. Bd. 75, 1938.

Peiper, A. u. Camann, O.: Der Zerfall d. Atemztr. i. Tierversuch. Jahrb. d. Kinderheilk. 136, 1932.
Pestalozza: zit. nach Ahlfeld, Contributo alla grafica dei movimenti fetali, Modena 1891.
Polano: Das Fruchtwasser, Springer Ber. Bd. 3, 1924.
Preyer: Spezielle Physiologie des Embryo, 1885.
Reifferscheid, K.:
1. Über intrauterine im Rhythmus der Atmung erfolgende Muskelbewegungen des Fötus. (Intrauterine Atmung), Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 1911.
2. Über die intrauterine Atmung. Mittelrhein. Ges. f. Geb. u. Gyn., 29. 1. 1911.

Reifferscheid, W. und Schmiemann, R.:
1. Sitz.ber. d. Mittelrhein. Ges. f. Geb. u. Gyn. 27. 11. 1938.
2. Sitz.ber. d. Würzb. phys.-med. Ges. 15. 12. 1938.
Röntgenolog. Untersuchungen über die sog. intrauterine Atmung des Fetus.
3. Zbl. f. Gyn. Nr. 3, 1939.
Röntgenograph. Nachweis der intrauterinen Atembewegungen des Fetus.

Reubold: Über Schluckbewegungen des Fötus, Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, Nr. 9, 1885.
Rißmann: Zschr. f. Geb. 1892.
Rothschild: Beitrag zur Kenntnis des fötalen Singultus. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 3, 1911.
Runge, M.:
1. Die Ursache der Lungenatmung des Neugeborenen. Arch. f. Gyn. Bd. 46, 1894.
2. Die sogen. Hülfsursachen des ersten Atemzuges und die intrauterine Atmung nach Ahlfeld. Arch. f. Gyn. Bd. 50, 1896.
3. Lehrbuch der Geburtshilfe, 1901.

Sarwey, O.: i. Handbuch der Geburtshilfe von A. Döderlein, 1915.
Schaltenbrand, G. u. Girndt, O.: Physiol. Beobacht. an Thalamuskatzen. Pflüg. Arch. 209, 1925.
Schatz: Arch. f. Gyn. Bd. 30, 1887.
Scheel, P.: Commentatio de liquoris amnii . . . . ., Hafniae 1799. Über Beschaffenheit u. Nutzen des Fruchtwassers in der Luftröhre der menschlichen Früchte, dessen Berücksichtigung in der gerichtl. Arzneikunde und beim Scheintode neugeborener Kinder, und über das Fruchtwasser überhaupt. Aus dem Lat. Erlangen bei Joh. Christ. Schubart 1800.
Scheibe: Prager med. Wschr. Nr. 42 u. 43, 1897.
Schenk u. Gürber: Lehrbuch der Physiologie, 6. Auflage.
Schmidt, H. R.: Zur Frage der Sekretion u. Resorption des Fruchtwassers u. ihrer Störung bei Mißgeburten. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 72, H. 1./2., 1926.
Schmitt, W.: Über die Bedeutung der intrauterinen Atembewegungen beim Fötus. Zschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 90, 1926.
Schröder: Lehrbuch d. Geburtshilfe, 8. Auflage.
Schwarcz, R.: Die transuterine Einspritzung i. d. Fetus. Ztrbl. f. Gyn. Nr. 13, 1928.
Seemann, G.:
1. Über d. feineren Bau d. Lungenalveolen. Beitr. path. Anat. Bd. 81, 1929.
2. Histobiol. d. Lungenalveole. Jena 1931.

Seitz, L.:
1. Über Blutdruck und Zirkulation in der Plazenta, über Nabelschnurgeräusch, dessen Ätiologie u. klin. Bedeutung. Volkmanns Samml. klin. Vorträge Nr. 320.
2. i. Lehrbuch d. Geburtshilfe v. W. Stöckel, 1935.

Sellheim, H.: Die Physiologie der Geburt. i. Döderleins Handb. d. Geb. 1915.

Siefert, E.: Über die Atmung der Reptilien u. Vögel. Pflügers Arch. 64, 1896.

De Snoo: Das trinkende Kind im Uterus. Mschr. f. Geb. u. Gyn. 1937.

Staemmler, M.: Die Bedeut. d. elast. Fasern i. d. Lungenalveol. v. Neugebor. f. Klinik u. gerichtl.-med. Beurteil. Dsch. Zschr. f. gerichtl. Med. Bd. 25, 1935.

Steiner, I.: Das gegenseit. Verhältnis d. Zentren d. verläng. Markes. Zbl. Biol. 6, 1886/87.

Stewart, F. W.: An histogenetic study of the respiratory epithelium. Anat. Rec. 25, 1933.

Strahmann, P.: Das Leben vor der Geburt. Samml. klin. Vorträge Nr. 353, 1903.

Tarnier et Chantreuil: Traité de l'art des accouchements I, Paris 1882.

Teuffel: Elast. Fasern d. Lunge. Arch. f. Anat. 1902.

Vrbitsch, S.: Sur l'absorption du liquide amniotique par l'embryon. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 91, Nr. 26, 1924.

Walcher, K.: Müller, B.-Walcher, K. Lehrb. d. gerichtl. u. soz. Med. 1938.

Walz, W.: Über die Bedeutung der intrauterinen Atembewegungen. Mschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 60, 1922.

Weber, H.: Über physiol. Atmungsbewegungen des Kindes im Uterus. Dissertation 1888, Marburg.

Wetzel, G.: Die Luftröhre u. d. Lungen d. Kindes. Handb. d. Anat. d. Kindes, 1. Bd., 4. Lief., 1936.

Wiener: Verhandl. d. deutschen Ges. f. Gyn. Halle, 1888.

v. Winckel, F.: Handbuch d. Geburtshilfe, 1904.

Winslow: bei P. Scheel.

Wislocki:
1. Publication 274 and 276 of the Carnegie Institution. Anatomical Record 1921, XXI, Nr. 1.
2. On the fate of carbon particles injected into the circulation with especial reference to the lungs. Americ. Journ. of Anat. 32, 1924.

Zangemeister:
1. Mittelrhein. Ges. f. Geb. u. Gyn., 29. 1. 1911.
2. Lehrbuch d. Geburtshilfe, 1927.

Zangemeister u. Meihl: Vergleichende Untersuchungen über mütterl. u. kindl. Blut u. Fruchtwasser nebst Bemerkungen über die fötale Harnsekretion. Münch. med. Wschr. Nr. 16, 1903.

Zaufal: Prager med. Wschr. Nr. 24, 1898.

Zweifel: Lehrbuch d. Geburtshilfe.

Zuntz, N.:
1. Über die Respiration des Säugetier-Fötus. Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 14, 1877.
2. Über die Quelle u. Bedeutung d. Fruchtwassers. Pflügers Arch. f. Physiol. Bd. 16, 1878.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. C. J. Gauß für die Überlassung der Arbeit und für die mir gewährte Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne andere als im Schrifttumsverzeichnis angegebene Hilfsmittel angefertigt habe.

Karl Habicht.

Lebenslauf

Am 22. März 1914 wurde ich als Sohn des Oberzollsekretärs Oskar Habicht und dessen Ehefrau Lina, geb. Eichmann, in Erfurt geboren. In Bad Salzungen besuchte ich die Oberrealschule und bestand dort im März 1933 die Reifeprüfung. Mein medizinisches Studium begann ich im Sommer-Semester 1933 an der Universität Jena und legte dort im Juli 1935 die ärztliche Vorprüfung ab. Danach leistete ich ein Jahr lang Militärdienst bei dem 1./Art.-Regt. 14 in Naumburg/Saale. Im Winter-Semester 1936/37 bezog ich die Universität Leipzig und vom Sommer-Semester 1937 ab studierte ich an der Universität Würzburg, wo ich im September 1939 mein Studium abschloß.